

# APPLICATE OGGI CIÒ CHE AVETE IMPARATO IERI

**AGGIORNAMENTO  
DELLE CONOSCENZE  
SULL'ARIA COMPRESSA  
PER PROGETTISTI**



**svizzera energia**  
Il nostro impegno : il nostro futuro.



# PROGETTARE IMPIANTI AD ARIA COMPRESSA ...

DA PARECCHIO TEMPO NON AVETE PIÙ PROGETTATO UN IMPIANTO AD ARIA COMPRESSA E VORRESTE REALIZZARE DI NUOVO UN PROGETTO? A QUESTO SCOPO DESIDERATE AGGIORNARE LE VOSTRE CONOSCENZE RIFERITE A TECNOLOGIE, PIETRE D'INCIAMPO E FASI DELLA PROGETTAZIONE? QUESTO OPUSCOLO RIASUME PER VOI L'ESSENZIALE E VI PRESENTA GLI ELEMENTI CHIAVE NELLA FASE DI PROGETTAZIONE.

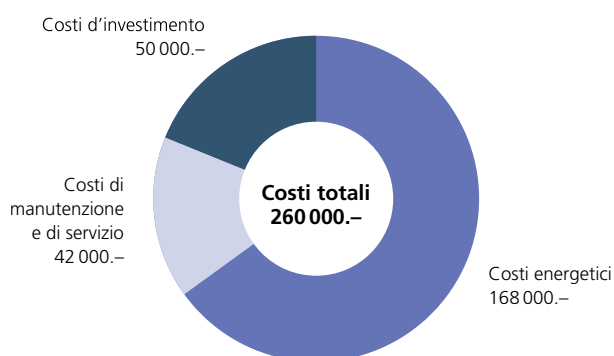
## DALL'UTILIZZATORE ALLA CENTRALE DI ARIA COMPRESSA

La progettazione di un impianto ad aria compressa è sovente parificata erroneamente alla progettazione di una rete di condotte per l'aria compressa. Una buona progettazione, tuttavia, è ben più complessa. Oltre a un'analisi approfondita del fabbisogno di aria compressa – livello di pressione, qualità e fabbisogno nel tempo – l'integrazione dell'impianto ad aria compressa nell'insieme della tecnica della costruzione e la progettazione della centrale di aria compressa sono esigenze fondamentali.

Solitamente, il committente progetta la centrale di aria compressa in stretta collaborazione con il fornitore (del compressore). Ma quali progettisti siete i soli professionisti ad avere una visione d'insieme dell'intero sistema – spaziando dalla centrale di aria compressa alla rete di condotte, fino agli utilizzatori.

## ECONOMICITÀ

Per gli impianti ad aria compressa sono i costi energetici a incidere in modo decisivo sul fattore costo riferito alla durata complessiva di vita dell'impianto. Vale dunque la pena, durante la fase di progettazione, prestare particolare attenzione all'efficienza energetica dell'impianto e consigliare in merito il committente.



Costi	unici	annuali	Totale	
Costi d'investimento	50 000.-		50 000.-	19%
Manutenzione e servizio		3 500.-	42 000.-	16%
Costi energetici		14 000.-	168 000.-	65%
<b>Costi totali</b>			<b>260 000.-</b>	<b>100%</b>

## CALCOLO DETTAGLIATO DEL FABBISOGNO: CHIAVE PER UN IMPIANTO BEN PIANIFICATO

Raramente un nuovo impianto ad aria compressa è progettato dal nulla. Solitamente esiste già un impianto che fornisce delle utili basi al progettista per il dimensionamento del nuovo impianto. In un simile caso, chiedete al fornitore del compressore di monitorare i dati dell'impianto sull'arco di una settimana (costo: da 1 500 a 3 000 franchi). Sui piccoli impianti è possibile leggere i dati d'esercizio (tempi di funzionamento, durata d'esercizio sotto pressione o a vuoto ecc.) direttamente sul compressore.

## MISURE COMPLEMENTARI

Discutete con i collaboratori del cliente e raccogliete i principali dati riportati qui di seguito.

- Fabbisogno e qualità dell'aria compressa necessaria per i grandi utilizzatori.
- Contare e allestire un elenco delle macchine, degli attrezzi e delle applicazioni.
- Per il fabbisogno di aria compressa di macchine o di processi rivolgetevi al fabbricante (delle macchine).
- Fonti preziose di dati sono i sistemi di garanzia della qualità (p. es. ISO 14001)

Queste sono le indicazioni minime necessarie:

- Pressione, quantità, picchi di consumo, contemporaneità [fonti per le basi della progettazione vedi pagina 8, punti [2], [3], [4]]
- Qualità dell'aria compressa (importanti sono anche le prescrizioni emanate da eventuali organismi di certificazione, quali FDA, BRC, ISO, swissmedic ecc.) [10]

## SERVONO DAVVERO TUTTE LE APPLICAZIONI?

Rimettete in discussione l'impiego e la necessità delle applicazioni attuali di aria compressa. Quali macchine vanno aggiunte? Quali decadono? Rientra in quest'ambito anche una verifica delle esigenze di pressione delle macchine.

Tabella: Esempio dei costi di un impianto ad aria compressa di un'azienda agroalimentare con una potenza installata di 50 kW e 4'000 ore d'esercizio l'anno. Durata considerata: 12 anni.

# ... CHIARITE IL FABBISOGNO CON SERIETÀ

## PRESTATE ATTENZIONE AI DIFFERENTI LIVELLI DI PRESSIONE DEGLI UTILIZZATORI

Un bar di pressione in più nella rete di condotte fa aumentare i costi energetici del 7%. Se differenti utilizzatori usano la stessa rete di aria compressa con una differenza di pressione superiore ai 2 bar, vale la pena analizzare esattamente la situazione. In tal caso entrano in linea di conto:

- Booster compressore
- Un compressore separato
- Un ventilatore (per applicazioni fino a 0.2 bar)
- Un soffiatore (per applicazioni fino a 1 bar)
- Prevedere una rete di aria compressa separata
- In caso di utilizzo sporadico: amplificatori di pressione (booster compressore)

Per le applicazioni che richiedono una pressione debole, verificate se una rete di aria compressa separata potrebbe fare al caso (p. es. una propria rete da 4 bar per le applicazioni pneumatiche o una rete da 7 bar per l'officina).

## CONDOTTE

Le condotte della rete di aria compressa sono eseguite oggi sempre con raccordi senza interstizi (mediante tecniche di saldatura, pressatura, brasatura, incollatura o con giunti a tenuta stagna radiali). [1]

## DIFFERENTI QUALITÀ DI ARIA COMPRESSA

Come per il livello di pressione, anche le esigenze degli utilizzatori poste alla qualità dell'aria compressa vanno analizzate in dettaglio. Sotto l'aspetto economico, l'aria deve essere «pulita» e «secca» solo nella misura effettivamente richiesta dall'applicazione. Se uno o più utilizzatori hanno bisogno di un'aria compressa di qualità superiore (p. es. laboratorio in un'azienda agroalimentare o farmaceutica), l'aria destinata a queste applicazioni deve essere in tutti i casi trattata a parte. [10]

## MONITORAGGIO

Senza un rilevamento sistematico dei dati di consumo dell'intero sistema ad aria compressa, il gestore non ha alcuna possibilità di ottimizzare il modo d'esercizio e il consumo energetico. I comandi dei compressori moderni consentono di raccogliere i dati delle ore di funzionamento a carico e a vuoto. Si consiglia, d'altronde, di installare un contatore separato del consumo elettrico per l'impianto ad aria compressa.

Prevedete anche dei raccordi nei seguenti punti, sui quali potrete in seguito misurare la pressione, la qualità e la portata dell'aria compressa:

- dopo il compressore e l'impianto di trattamento dell'aria
- prima degli utilizzatori più grandi e sensibili

## PRESCRIZIONI DI SICUREZZA

Il «responsabile dell'immissione sul mercato» dell'impianto ad aria compressa deve assicurarsi che l'impianto soddisfi le prescrizioni di sicurezza, conformemente all'ordinanza sulle attrezzature a pressione. Gli impianti ad aria compressa sono composti di parecchie attrezzature a pressione e sono pertanto degli insiemi ai sensi della predetta ordinanza. [12]

Il «responsabile dell'immissione sul mercato» è chi ha scelto i singoli elementi dell'insieme e ne ha stabilito l'assemblaggio. Può trattarsi del fabbricante, del progettista, dell'installatore o del committente.

Nella pratica, il progettista delega sovente al fornitore del compressore la responsabilità di fornire la prova che egli possiede le necessarie conoscenze tecniche ed esperienze. [11]

Osservate in particolare i tre punti seguenti:

- Definite già nella fase di progettazione chi è responsabile di fornire la prova.
- Se i documenti comprovanti la sicurezza devono essere raccolti successivamente, ciò è dispendioso e comporta costi supplementari inutili per tutte le parti coinvolte.
- Non mettete mai in funzione un impianto ad aria compressa se non avete a disposizione il certificato di sicurezza.

Ordine di grandezza del costo di un certificato di sicurezza: per un impianto di media grandezza si deve considerare un ammontare pari a 3 000 o 4 000 franchi.

# GLI ELEMENTI CHIAVE

## Suono – Rumore – Vibrazioni

I compressori possono causare livelli di pressione acustica superiori agli 85 dB. Utilizzate compressori insonorizzati o ubicare il locale del compressore lontano dai posti di lavoro.

## Compressori

I compressori richiedono un sufficiente spazio per facilitare la manutenzione. Una buona accessibilità, a lunga scadenza, ha il suo tornaconto.

## Aria di ricircolo

L'aria di ricircolo impedisce che l'impianto congeli quando le temperature esterne sono basse. Mediante delle clappe, una parte dell'aria di evacuazione calda viene soffiata nel locale.

## Comando

I moderni comandi autoregolanti «imparano» mentre sono in funzione e consentono così una perfetta interazione dei compressori. Con un convertitore di frequenza (CF) il compressore si adatta alle variazioni del fabbisogno. I CF hanno un autoconsumo del 5% ca. della potenza del compressore e non andrebbero impiegati per utilizzatori costanti.

## Aria di apporto

L'aria aspirata deve essere fresca e pulita (priva di polvere e di sostanze inquinanti, senza carichi chimici ecc.). Se possibile, evitare di aspirare l'aria dal lato sud dell'edificio e predisporre sempre una griglia di protezione contro le intemperie. [8]

## Garantire l'accessibilità

Prima o poi si dovrà procedere a una sostituzione e i nuovi compressori dovranno essere installati nel locale del compressore. Oppure l'impianto va potenziato con un accumulatore di aria compressa supplementare. [9]

## Aria di evacuazione

Per i compressori raffreddati ad aria, il calore in eccesso (100% della potenza del compressore) deve essere evacuato tramite un sistema di ventilazione. In inverno, l'aria di evacuazione può essere sfruttata per riscaldare un edificio (p. es. un padiglione). [13]

## Accumulatore di aria compressa

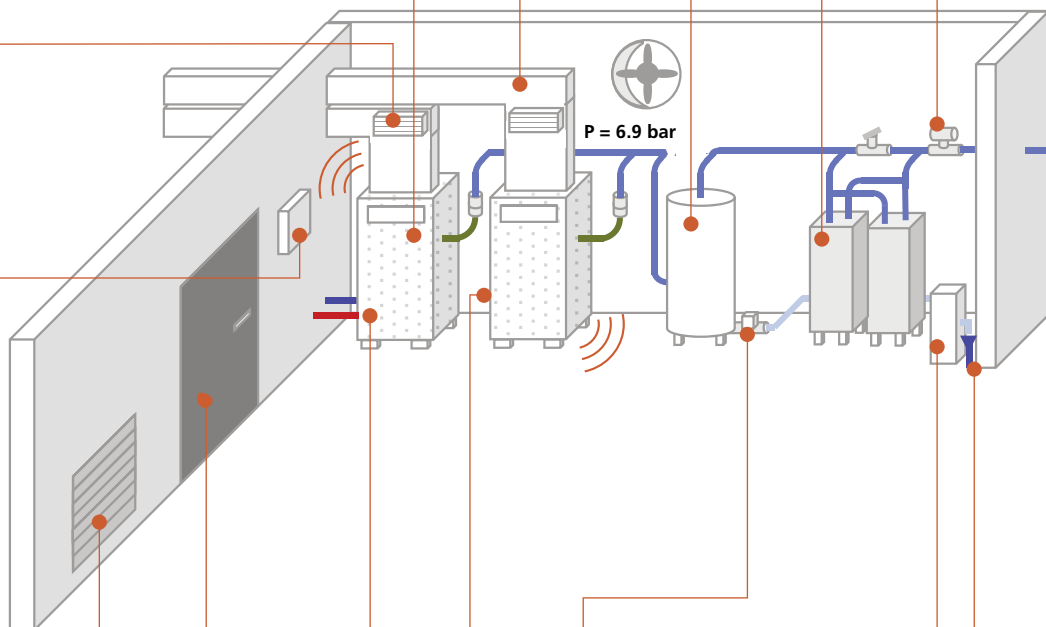
Irrinunciabile per tutti gli impianti. L'accumulatore rende l'impianto più flessibile, ma richiede parecchio spazio. Questo fattore può limitarne la grandezza. Considerate anche l'impiego di accumulatori decentralizzati. [6]

## Trattamento dell'aria compressa

L'essiccatoio e i filtri garantiscono la necessaria qualità dell'aria compressa. Per la sicurezza dell'approvvigionamento (ridondanza) fanno stato le medesime regole come per i compressori. [10]

## Sistema di mantenimento della pressione (valvola)

Permette di disconnettere (automaticamente) l'intera rete di aria compressa all'in fuori degli orari di lavoro, in modo da ridurre al minimo le perdite e di risparmiare sui costi.



## Allacciamento elettrico

Oltre all'alimentazione, al collegamento equipotenziale e all'interruttore dell'impianto, si dovrà in ogni caso installare un contatore elettrico. Sorvegliate anche la procedura di avvio (evitare le punte di carico).

## Recupero del calore

Con i compressori raffreddati ad acqua (ca. il 94%) o ad aria (fino al 70%) è possibile recuperare il calore residuo e convogliarlo in una rete di riscaldamento (riscaldamento, energia di processo, acqua calda). [14], [15]

## Scarico della condensa

Gli scarichi della condensa comandati in funzione del livello evacuano la condensa solo se necessario, per risparmiare energia e denaro.

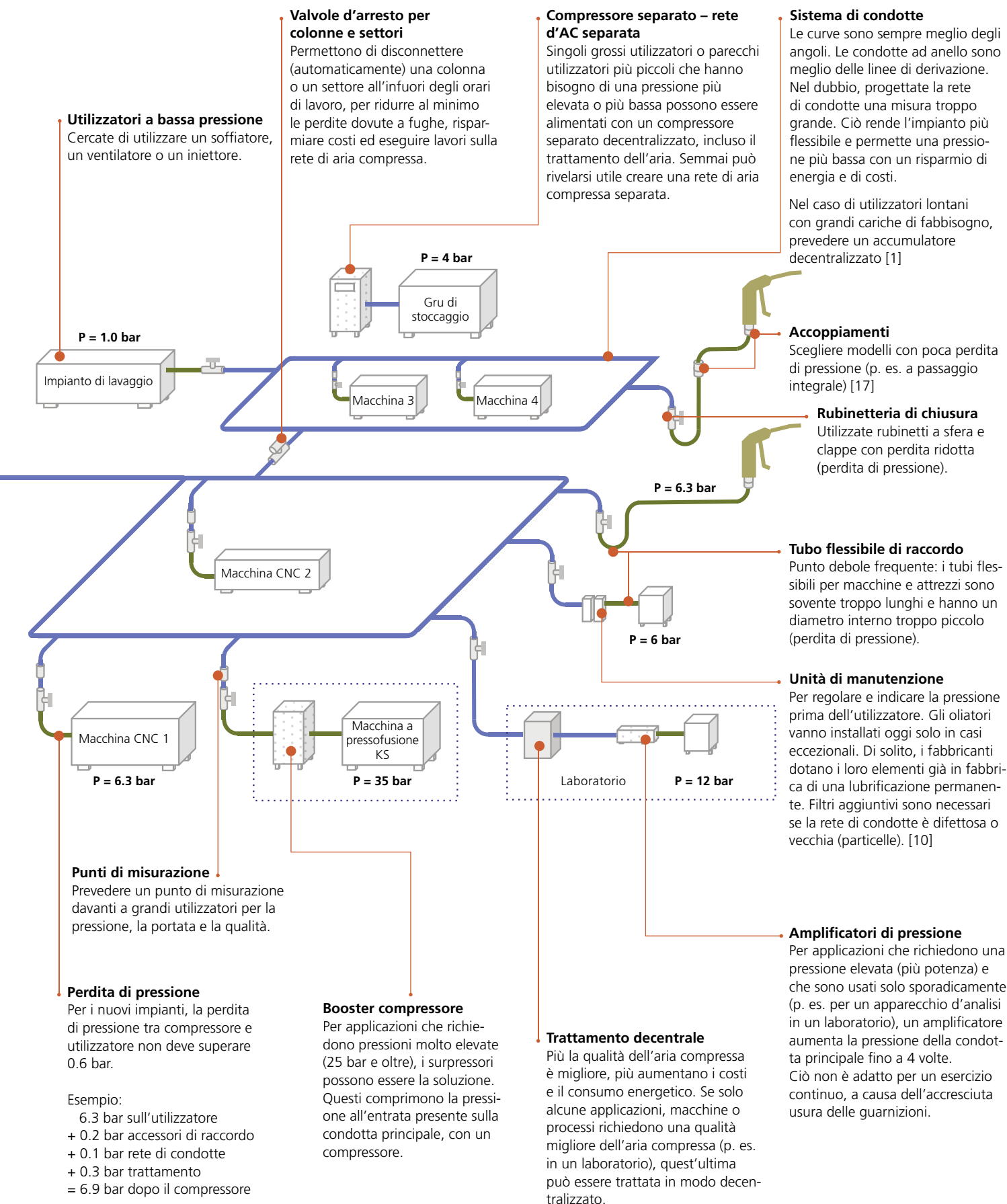
## Trattamento della condensa

L'acqua di condensazione contiene tracce di olio e deve essere trattata prima di essere immessa nella canalizzazione (separatori di olio). [16]

## Canalizzazione

Nella centrale va predisposto un allacciamento al collettore di fondo. Attenzione: Nessuna evacuazione tramite scarico da pavimento a causa dell'olio dei compressori – semmai prevedere una vasca.





# CENTRALE DI ARIA COMPRESSA E SPAZIO

## PROGETTAZIONE DELLA CENTRALE DI ARIA COMPRESSA

Solo pochi progettisti progettano loro stessi la centrale di aria compressa. I progettisti esperti affidano al fornitore uno schema di principio con la pressione, la qualità e la quantità e, se possibile, una tabella di carico. Essi esigono un impianto ad aria compressa energeticamente efficiente e indicazioni sulla forma e sulla quantità di calore residuo prodotto (potenziale per il recupero del calore). [18]

## UBICAZIONE DELLA CENTRALE DI ARIA COMPRESSA

L'ubicazione della centrale di aria compressa è stabilita all'inizio della fase di progettazione – sovente dall'architetto già nella fase dello studio preliminare. Se il progettista viene consultato «solo» durante il progetto preliminare, solitamente sarà poi difficile modificare l'ubicazione.

Criteri di scelta dell'ubicazione della centrale di aria compressa sono:

- Prossimità degli utilizzatori principali
- Recupero facile del calore
- Evacuazione facile del calore
- Le emissioni di rumore non devono disturbare
- Condotta corta per aria fresca (verso il muro esterno)

### Accessibilità

- Compressori e accumulatori devono restare accessibili anche in un secondo tempo
- Ubicazione ideale al pianterreno (accessibile con carrello elevatore)
- Doppia porta con due ante di 1 m di larghezza ognuna

## DIMENSIONI DEL LOCALE

La dimensione del locale del compressore (riserve e ridondanze incluse) può essere stimata in una prima valutazione con  $0.5 \text{ m}^2$  per kW di potenza installata del compressore (P). [9]

### Formula empirica superficie del locale del compressore

(prima stima per impianti fino a 100 kW)

Superficie (locale) = P (compressori) x  $0.5 \text{ m}^2/\text{kW}$

Per consentire un futuro potenziamento, si consiglia di prevedere spazio di riserva per compressori e impianti di trattamento aggiuntivi già durante la progettazione. [9]

## MODIFICHE DEL PROGETTO DURANTE LA FASE DI PROGETTAZIONE

Sovente, le esigenze riferite all'aria compressa stabilite inizialmente con il committente, cambiano nel corso del progetto.

Si aggiungono nuove applicazioni o macchine oppure cambiano le esigenze poste alla qualità dell'aria compressa. Poiché le applicazioni di aria compressa fanno parte dell'equipaggiamento dell'azienda, esse sono sovente acquistate separatamente dal progetto di costruzione. Simili modifiche sono talvolta tacite durante le sedute di cantiere, per cui, alla fine, l'impianto ad aria compressa è dimensionato malamente.

Affrontate quindi le esigenze poste all'aria compressa durante ogni fase di progettazione e durante ogni seduta di cantiere. Fatevi pertanto confermare di nuovo dal committente (e soprattutto dal responsabile d'esercizio) se vi sono state modifiche riferite alle macchine (di produzione) e ad altre applicazioni che hanno bisogno di aria compressa.

## ACCUMULATORE PER ARIA COMPRESSA

Gli accumulatori per aria compressa rendono gli impianti più «flessibili». Anche se oggi i moderni convertitori di frequenza sanno adattarsi molto bene al fabbisogno, vale la pena prevedere un accumulatore di aria compressa. [6]

## TRATTAMENTO DELLA CONDENSA GENERATA

Oggi si dovrebbero ancora usare solo scarichi della condensa comandati in funzione della domanda. Questi consentono di risparmiare energia e costi. Se l'edificio è dotato di un impianto di separazione, quest'ultimo può trattare la condensa. In caso contrario, quest'ultima va depurata tramite un impianto di separazione a emulsione, basato sull'assorbimento adattato, oppure mediante ultrafiltrazione, prima di essere convogliata nella canalizzazione. [16]

# RACCORDO ALLA TECNICA DELLA COSTRUZIONE

## ARIA DI APPORTO: VENTILATORI E SEZIONE

I compressori raffreddati ad aria hanno bisogno, in funzione del tipo di condotta d'aria, di differenti quantità di aria di apporto:

Aria di apporto	m <sup>3</sup> d'aria l'ora	ca. superficie trasversale del canale
guidata	7 500 m <sup>3</sup>	0.5 m <sup>2</sup> (1 x 0.5 m)
non guidata	17 000 m <sup>3</sup>	1.1 m <sup>2</sup> (1 x 1.1 m)

*Esempio: Aria di apporto per compressore con 50 kW di potenza*

Solitamente, i compressori sono muniti di ventilatori di raffreddamento incorporati. Questi forniscono ca. 50 a 60 Pa e possono aspirare l'aria tramite un canale diritto lungo ca. 5 m al massimo. Canali di apporto più lunghi devono pertanto essere dotati di ventilatori supplementari. Le specifiche esatte devono essere chieste al fornitore del compressore. [8], [13]

## I CANALI DELL'ARIA DI EVACUAZIONE HANNO BISOGNO DI SPAZIO

Nei sistemi raffreddati ad aria, il calore residuo deve essere smaltito tramite un sistema di evacuazione. Per evitare rumori fastidiosi e ridurre allo stesso tempo il fabbisogno di spazio dei canali dell'aria, si usano solitamente velocità di circolazione dell'aria da 3 a massimo 5 m/s. Nel caso di un impianto raffreddato ad aria da 50 kW, la sezione richiesta del canale è pertanto pari a ca. 100 cm x 50 cm. [13]

## SFRUTTARE L'ARIA DI RICIRCOLO

A dipendenza della situazione, in inverno vi è il rischio che – a causa dell'aria di apporto fredda – la temperatura nella centrale di aria compressa si raffreddi al punto tale da far gelare le condotte. Per evitare ciò, negli impianti raffreddati ad aria, si può convogliare una parte dell'aria calda di evacuazione, quale aria di ricircolo, nel locale del compressore, non appena la temperatura nel locale è troppo bassa (vedi schizzo sistema raffreddato ad aria).

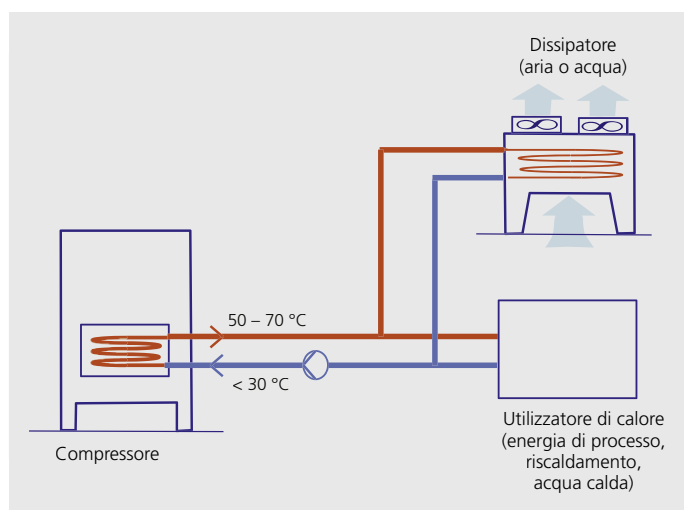
## DOVE EVACUARE IL CALORE RESIDUO?

Oltre l'85 percento dell'energia elettrica assorbita dal compressore è trasformata in calore residuo che deve essere evacuato dal locale del compressore. Sul mercato vi sono oggi sistemi di recupero del calore per impianti ad aria compressa da 5 kW. Si consiglia di verificare prima l'economicità di un recupero del calore. Un fattore importante in tale ambito sono i tempi d'esercizio del compressore. In gran parte dei cantoni, la legge sull'energia esige di sfruttare il calore residuo, se è economicamente sostenibile. [14], [15]

Se lo sfruttamento del calore residuo tramite recupero del calore non è economico, l'aria calda di evacuazione può essere usata in inverno per riscaldare il padiglione di una fabbrica, un'officina di fabbricazione, un vano scale o un magazzino.

## SISTEMA RAFFREDDATO AD ACQUA

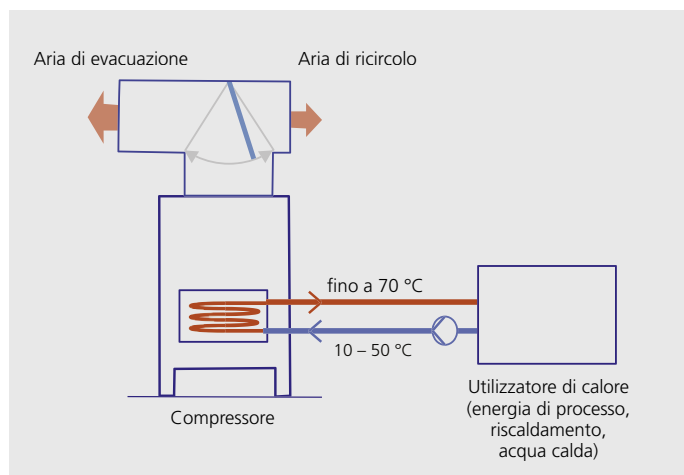
Su questi compressori è possibile recuperare economicamente il 70% ca. del calore residuo con uno scambiatore di calore (tecnicamente sarebbe possibile il 94% circa). Il 70% di questo calore residuo è disponibile a una temperatura inclusa tra 50 e 70 °C. Il rimanente 30% del calore residuo hanno da 30 a 45 °C. Il calore residuo può essere sfruttato per riscaldare, per l'acqua calda o nei processi. Si deve tuttavia garantire, tramite un sistema di raffreddamento, che il calore residuo sia evacuato anche quando non vi è fabbisogno di calore.



Attenzione: alcuni fornitori installano scambiatori di calore troppo piccoli, con una grande perdita di pressione. Questi causano notevoli costi per l'energia elettrica, a seguito di grandi pompe di circolazione.

## SISTEMA RAFFREDDATO AD ARIA

Uno scambiatore di calore collocato nel circuito di lubrificazione può permettere di recuperare fino al 70% ca. del calore prodotto dai sistemi dissipati ad aria (temperatura fino a 70 °C).



# ALTRE INFORMAZIONI

## TEMI RIFERITI ALLA PROGETTAZIONE

1	Tabella della perdita di pressione nella rete di condotte	• Calcoli tecnici per impianti sanitari, suissetec, 2015
2	Consumo d'aria di differenti attrezzi ad aria compressa	• Manuale SI, Capitolo 7 Aria compressa, USTSR 2015
3	Contemporaneità delle applicazioni ad aria compressa	
4	Durata di utilizzo degli apparecchi ad aria compressa	
5	Determinazione del diametro delle condotte	
6	Calcolo del volume dell'accumulatore	
7	Raffreddamento ad aria	
8	Dimensioni del canale dell'aria di apporto	• Documentazioni dei fornitori di compressori
9	Massa d'introduzione	
10	Qualità dell'aria compressa	• Manuale SI, Capitolo 7 Aria compressa, USTSR 2015 • Norma ISO 8573-1: 2010 • Swissmedic, Aria per applicazioni mediche • <a href="http://www.svti.ch/de/marktueberwachung-druckgeraete">www.svti.ch/de/marktueberwachung-druckgeraete</a>
11	Ordinanza sulle attrezzature a pressione	
12	Elenco degli organismi di certificazione indipendenti	
13	Dimensionamento della sezione del canale	• Leggi cantonali sull'energia (SIA 382/1)
14	Recupero del calore	• Leggi cantonali sull'energia • Documentazioni dei fornitori di compressori
15	Perdita di pressione sullo scambiatore di calore (recupero del calore)	• Documentazioni dei fornitori di compressori
16	Immissione della condensa nella canalizzazione	• Impianti per lo smaltimento delle acque dei fondi: Progettazione ed esecuzione, VSA, 2012, (SN 592000)
17	Pistole di soffiaggio e raccordi di sicurezza	• Promemoria aria compressa: il pericolo invisibile SUVA 2014
18	Impianto ad aria compressa efficiente	• Guida per un impianto ad aria compressa economico, SvizzeraEnergia, 2006 (solo in tedesco e francese)

## QUI TROVATE ALTRI DATI DI BASE

1	Progettazione strategica
2	Studi preliminari
3	Progettazione 31 Progetto preliminare 32 Progetto d'autorizzazione 33 Progetto definitivo
4	Bando di appalto 41 Documentazione dei bandi di appalto, confronto e verifica delle offerte, aggiudicazione
5	Realizzazione 51 Progetto esecutivo 52 Esecuzione 53 Messa in funzione
6	Gestione

## PROGETTAZIONE DELL'ARIA COMPRESSA SECONDO LE FASI SIA

La guida agli impianti ad aria compressa aiuta il progettista a evitare errori durante la progettazione e realizzazione di un impianto ad aria compressa.

La guida segue le fasi di progettazione della norma SIA e assicura così che sia data una risposta a tutte le questioni importanti che si pongono al team di progettazione, affinché non sia dimenticato nulla.



## INVESTITE CON LUNGIMIRANZA NELL'ARIA COMPRESSA

Guida del progettista per nuove costruzioni (solo in tedesco e francese)  
SvizzeraEnergia, 2015  
[www.druckluft.ch](http://www.druckluft.ch)

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia UFE  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Indirizzo postale: CH-3003 Berna  
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00

[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.svizzeraenergia.ch](http://www.svizzeraenergia.ch)  
Distribuzione: [www.pubblicazionifederali.admin.ch](http://www.pubblicazionifederali.admin.ch)  
Numero d'articolo: 805.334.I