

Oggi giorno le stazioni di compressori sono sistemi alquanto complessi. La loro gestione può tuttavia essere economica solo se se ne tiene conto in sede di pianificazione, ampliamento e ammodernamento. A riguardo la KAESER offre un ampio pac-

11. L'esatta progettazione delle stazioni di compressori

Analisi del fabbisogno d'aria (ADA)

chetto di servizi, comprendente componenti pneumatici di comprovata affidabilità, consulenza ed assistenza agli utenti, con l'ausilio della moderna tecnologia informatica applicata alla tecnica dell'aria compressa.

racchiude analisi del fabbisogno d'aria, pianificazione (fig. 1), realizzazione, training di addestramento e servizio di assistenza. Decisive sono la qualità della consulenza e la scelta della tecnica giusta: il grosso potenziale di risparmio sta infatti proprio nel fabbisogno energetico e nella manutenzione, non nell'acquisto.

dalla KAESER con l'abbreviazione ADA (analisi dell'utilizzo d'aria) deve, a seconda del fabbisogno, tenere conto delle diverse circostanze operative:

La gamma degli utenti di aria compressa va dalla A, come auto, alla Z, come zecca. Un'affidabile tecnica di produzione e di trattamento costituisce quindi la premessa indispensabile per un efficiente impiego dell'aria compressa nei più svariati campi d'applicazione. La tecnica deve essere infatti in grado di fornire aria economica ed in qualità e quantità ben definite.

1. La consulenza è decisiva ai fini dell'efficienza

Un sistema d'aria compressa che risponda a questi requisiti deve soddisfare esattamente le applicazioni cui è destinato, le condizioni d'installazione e quelle ambientali. In altre parole è necessario disporre di compressori, strumenti per il trattamento dell'aria e tubature tarati a misura, possedere inoltre un sistema di gestione e controllo il più efficiente possibile, un'adeguata tecnica di ventilazione ed un trattamento della condensa; infine, laddove possibile, la stazione d'aria dovrebbe comprendere anche un sistema per il recupero del calore. Il sistema KAESER di valutazione del risparmio energetico (KESS) rispecchia questo sapere: esso

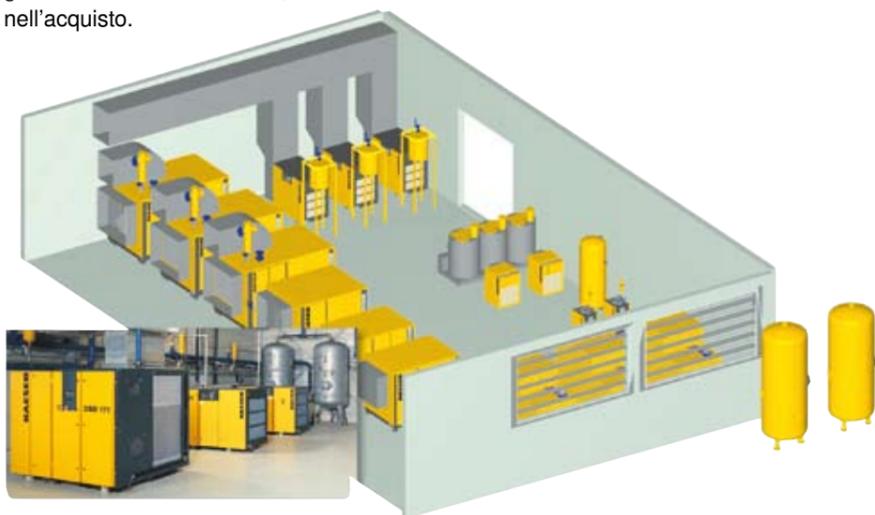


Fig. 1: Con l'ausilio di moderni sistemi tridimensionali CAD è possibile progettare nei minimi dettagli le stazioni di compressori e soddisfare il preciso fabbisogno degli utenti

2. Analisi del fabbisogno d'aria

Punto di partenza di ogni consulenza KESS è l'analisi dell'attuale ed eventualmente futuro fabbisogno d'aria. Quest'analisi condotta

Fig. 2: L'utente dispone di uno speciale questionario per la realizzazione della stazione d'aria. Il formulario può essere scaricato dal sito internet della KAESER (www.kaeser.com), alla rubrica "Servizi" (Progettazione e consulenza / Analisi)

a) Progettazione di una centrale d'aria compressa

Per la pianificazione di una nuova stazione d'aria il futuro utente riceve uno speciale questionario di progettazione (fig. 2).

Sulla scorta di questo formulario è possibile, con la collaborazione di un esperto consulente KAESER, individuare il presunto fabbisogno d'aria e l'equipaggiamento necessario. Il questionario concerne tutti i principali aspetti per un approvvigionamento d'aria efficiente ed ecologico.

b) Ampliamento e ristrutturazione

Contrariamente ad una nuova pianificazione, nei progetti di ampliamento vi sono sufficienti punti d'appoggio per una costruzione conforme al fabbisogno.

La KAESER mette a disposizione dell'utente strumenti e processi di misurazione, mediante i quali è possibile individuare con assoluta esattezza il fabbisogno d'aria compressa all'interno dei vari reparti ed a diversi orari. In ciò è molto importante determinare non solo i valori medi, ma anche quelli di minimo e massimo (fig 3).

c) Verifica dell'efficienza delle stazioni esistenti

Anche per gli impianti già installati da tempo è consigliabile, di tanto in tanto, eseguire un controllo con un sistema di analisi computerizzata. Con ciò infatti è possibile stabilire se il grado di sfruttamento dei compressori è (ancora) corretto, se centraline a gestione di sequenza, eventualmente presenti, non sono (più) correttamente programmate, oppure se le fughe rientrano ancora nel limite della tolleranza. L'analisi ADA si dovrebbe eseguire anche nei casi di sostituzione di vecchie macchine con nuovi compressori. In questo modo si ha l'opportunità di rimpiazzare eventuali erronee grandezze di potenza con grandezze calibrate, migliorare il funzionamento dei compressori nel campo di carico parziale ed equipaggiare l'installazione di una adeguata centralina a gestione di sequenza (fig. 4).

d) Modifica delle condizioni d'utilizzo dell'aria compressa

Anche in caso di modifica delle condizioni d'impiego è consigliabile ricorrere alla consulenza di un esperto. In molti casi è infatti possibile conseguire sensibili risparmi mediante l'impiego di un'adeguata tecnica di trattamento dell'aria o di reimpostazione della pressione di esercizio.

Fig. 3: Grazie ai vari strumenti e ai processi di misurazione si possono individuare il consumo d'aria delle macchine già installate, ed anche le pressioni di minima e massima. Sulla base delle misurazioni è possibile calibrare a misura la stazione d'aria compressa.

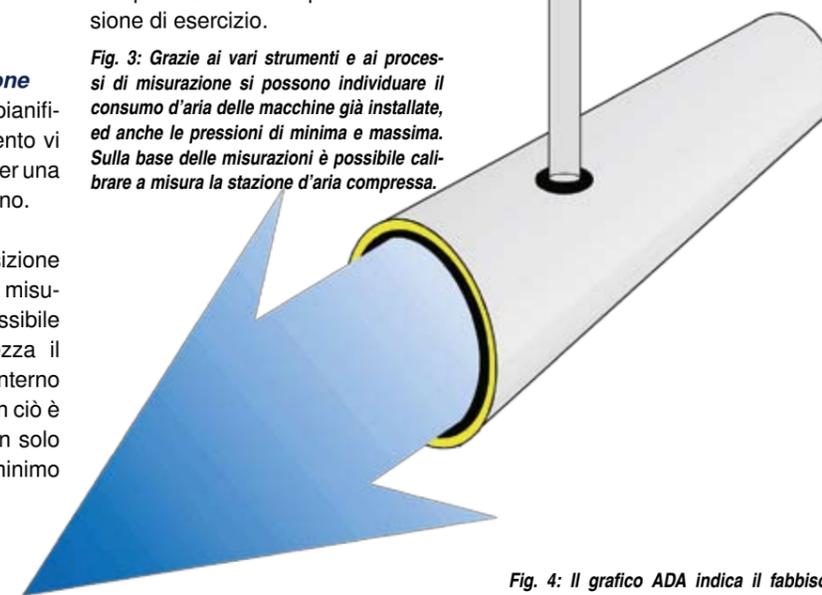
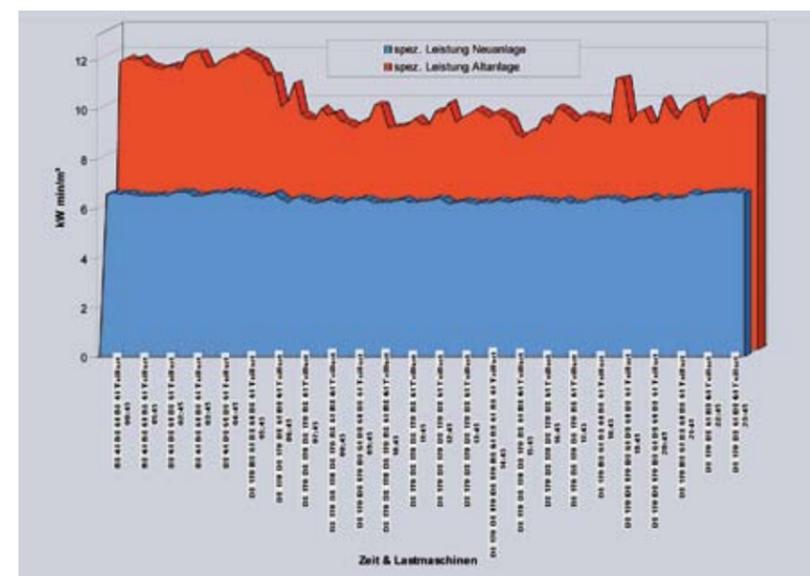


Fig. 4: Il grafico ADA indica il fabbisogno specifico di potenza della vecchia macchina (curva superiore) e quello del nuovo compressore (curva inferiore)



Una botte senza fondo o un salvadanaio? La produzione di aria compressa può essere l'una e l'altra cosa. La formula magica è la "ottimizzazione del sistema", grazie alla quale l'industria europea ha potuto risparmiare in media oltre il 30 % dei costi



12. L'esatta progettazione delle stazioni di compressori

Calcolo della produzione d'aria compressa più efficiente

complessivi d'aria compressa. La parte del leone (70 - 80 %) di questi costi va imputata al fabbisogno di energia che si va facendo di anno in anno sempre più cara. È dunque evidente che per l'utente d'aria compressa è fondamentale individuare un concetto che sia economicamente efficiente.

Il sistema di valutazione del risparmio energetico KAESER (KESS) contempla tra l'altro anche un calcolo di ottimizzazione computerizzata con il quale, all'interno delle diverse varianti offerte, si può individuare rapidamente la variante migliore per la produzione d'aria compressa di ogni singolo utente. La base di calcolo per la progettazione di nuove stazioni di compressori è costituita da un questionario che, dettagliatamente compilato con l'ausilio di un esperto, tiene in particolar modo conto del consumo previsto e delle sue eventuali oscillazioni. In caso di stazioni già esistenti, la base di calcolo sarà fornita dall'Analisi della Domanda d'Aria (ADA) riferita al funzionamento quotidiano caratteristico.

1. Calcolo computerizzato

Per ottimizzare una stazione esistente si immettono nel computer i dati tecnici dei compressori installati e delle nuove possibili varianti. In brevissimo tempo

KESS determina la variante ottimale ed il relativo risparmio. Nel realizzare il calcolo non si tiene solo conto del preciso consumo di energia per un determinato fabbisogno d'aria, incluse tutte le possibili perdite, ma è finanche possibile farsi un quadro esatto della caratteristica specifica di potenza della stazione di compressori durante l'intero periodo di marcia (fig. 1). In questo modo è possibile individuare e correggere eventuali punti deboli già in fase di carico parziale. L'esito complessivo dell'analisi sarà una informazione chiara sul risparmio conseguibile e l'ammortamento dell'installazione.

2. Lo splitting è vincente

Nella maggior parte dei casi la soluzione ideale consiste nel combinare compressori di diversa potenza ben armonizzati tra di loro. In linea di mas-

sima alle grosse macchine atte a coprire il carico di base si abbinano piccoli compressori per il carico di picco. Sarà poi compito della centralina a gestione di sequenza della stazione garantire un fabbisogno specifico di potenza quanto più omogeneo possibile. Il master controller sceglierà automaticamente di volta in volta la combinazione ideale tra compressori con carico base e carico picco, e ciò fino ad un massimo di 16 compressori, in un campo di variazione della pressione di soli 0,2 bar. I sistemi di gestione e controllo intelligenti come ad es. il "Vesis" od il "Sigma Air Manager" della KAESER sono in grado di soddisfare in pieno queste aspettative. Per mezzo di un bus essi sono in grado di comunicare e scambiare dati con compressori e altri componenti della stazione, quali essiccatori di condensa, essiccatori, ecc. Oltre a ciò possono

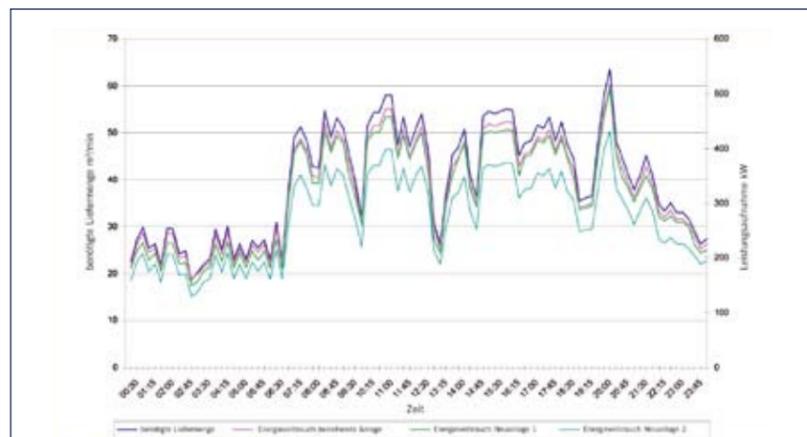


Fig. 1: Consumo di energia di una stazione di compressori già esistente a confronto con le nuove possibili varianti nell'arco di una giornata lavorativa in relazione al fabbisogno d'aria

anche allacciarsi ad un sistema centrale di controllo e trasmettere tutti i dati operativi disponibili.

3. Ottimizzazione strutturale

La progettazione o la modernizza-

zione di una stazione di compressori dovrebbe sfruttare al meglio gli spazi ed i locali disponibili. A riguardo i moderni sistemi di pianificazione, adottati dalla KAESER, costituiscono un prezioso aiuto. Essi non comprendono

solo schemi di installazione e diagrammi P&I, ma anche rappresentazioni ed animazioni tridimensionali computerizzate. Oggi è ad es. possibile ricorrere ad un efficace raffreddamento ad aria anche quando si dispone di spazi ristretti, risparmiando in questo modo un buon 30- 40% di costi rispetto al più dispendioso raffreddamento ad acqua. Un altro vantaggio è rappresentato dalla possibilità di individuare e rimuovere eventuali deficienze o imperfezioni già in fase di pianificazione, ottimizzando in questo modo l'installazione sotto il profilo strutturale (fig. 2 a - c).



Fig. 2 a: Schema della stazione di compressori di una fabbrica di automobili

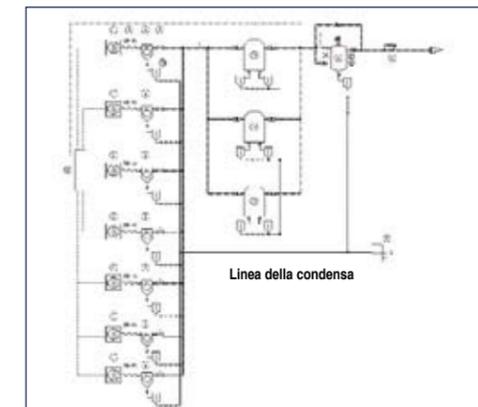


Fig. 2 b: Diagramma P&I della suddetta stazione

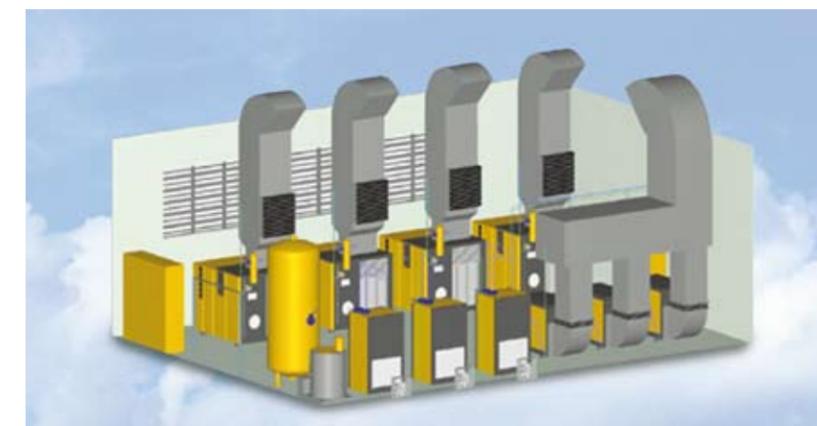


Fig. 2 c: Animazioni computerizzate tridimensionali consentono già in fase di pianificazione di creare immagini e muoversi virtualmente all'interno della futura installazione



Fig. 3: Il nuovo sistema di gestione e controllo "Sigma Air Manager" oltre a favorire la perfetta sinergia di tutti i componenti della stazione, consente una maggiore disponibilità ed un effettivo controllo dell'approvvigionamento d'aria

computer ad architettura industriale con cinque modalità di controllo programmabili e la possibilità di registrare e trasmettere informazioni ad una rete di dati. Il "Sigma Air Manager", anch'esso un PC di tipo industriale, assolve alle stesse funzioni, tuttavia ad un livello di sistema superiore (fig. 3). Oltre al controllo mirato ed al monitoraggio della stazione, questo master controller ha il compito di raccogliere tutti i dati rilevanti e di trasmetterli ad una rete di computer (Ethernet). La trasmissione può avvenire sia via internet, sia mediante il software del "Sigma Control Center" che, grazie al sistema di visualizzazione "Sigma Air Control", rimanda sul computer un quadro chiaro di tutti i compressori della stazione con i loro principali dati operativi. Questo sistema consente a colpo d'occhio di individuare se la stazione lavora correttamente, se vi sono segnalazioni di allarme o manutenzione in corso e qual è l'attuale pressione di esercizio. Il livello di informazione può essere selezionato in base alle proprie esigenze. È ad es. possibile selezionare gli eventi operativi, proiettare i diagrammi del consumo di energia, del fabbisogno d'aria e del livello di pressione e fissare le scadenze per le operazioni di manutenzione preventiva. Questo moderno strumento di controllo favorisce notevolmente la somministrazione d'aria compressa ad un livello omogeneo di qualità e portata ed a costi sempre ottimali.

Solo poche stazioni di compressori ed altrettanti sistemi d'aria compressa godono di una ideale struttura, riguardo ai costi. In tutti gli altri casi si raccomanda caldamente ed urgentemente di ottimizzare il sistema. Alla base di ciò vi deve essere un'accurata



13. Progettare correttamente le stazioni di compressori (3)

Analisi della domanda d'aria (ADA) e dello stato attuale del sistema

analisi del fabbisogno d'aria (ADA) come già descritto nel capitolo 11 (pag. 24). In questa sede vogliamo focalizzare passo dopo passo come avviene nella pratica l'accertamento dello stato attuale di un sistema d'aria compressa.

Alla base dell'analisi ed alla conseguente ottimizzazione deve esserci una buona e fattiva collaborazione tra l'utente e lo specialista d'aria. Per l'utente ciò tra l'altro significa mettere anticipatamente a disposizione dell'esperto le necessarie informazioni.

1. Informazioni fornite dall'utente

a) Pianta

Una pianta dell'installazione deve essere disponibile per favorire l'orientamento generale (fig. 1). Lo schema deve indicare la linea d'aria principale, le linee di collegamento ed i punti di alimentazione della stazione di compressori. Sono inoltre necessari i dati relativi a dimensionamento e materiale dei tubi, ubicazione dell'utenza principale (con relativi consumi) e mandate d'aria con pressione e qualità specifiche.

b) Applicazioni dell'aria compressa

Considerata la versatilità di applicazioni dell'aria compressa, l'utente dovrà fornire specifiche indicazioni sui diversi tipi di utilizzo. Le informazioni devono indicare se l'aria compressa viene ad es.

impiegata come aria di controllo, per il trattamento delle superfici, per utensili a rotazione, per processi di pulizia, come aria di processo, ecc.

c) Compressori installati

Oltre al tipo ed al modello dei compressori occorre indicare i rispettivi dati tecnici: pressione di lavoro, portata, consumo di corrente, tipo di raffreddamento ed eventuale sistema di recupero del calore.

d) Trattamento dell'aria

Nel trattamento dell'aria è importante sapere se quest'ultimo è di tipo centralizzato e/o decentralizzato ed inoltre quali classi di qualità sono richieste. Ovviamente vanno menzionate anche le specifiche tecniche dei compressori ed un diagramma del ciclo di lavorazione provvede alla dovuta chiarezza (fig. 2).

e) Controllo e monitoraggio dei compressori

Non solo le caratteristiche dei singoli compressori ma anche la loro coordinazione influenza decisamente l'efficienza di una stazione d'aria compressa. Non può quindi mancare una descrizione delle tecniche di gestione e controllo adottate.

2. Colloquio

Una volta che le suddette informazioni sono disponibili, lo specialista,

Fig. 2: Diagramma P&I della produzione e del trattamento d'aria (schizzo)

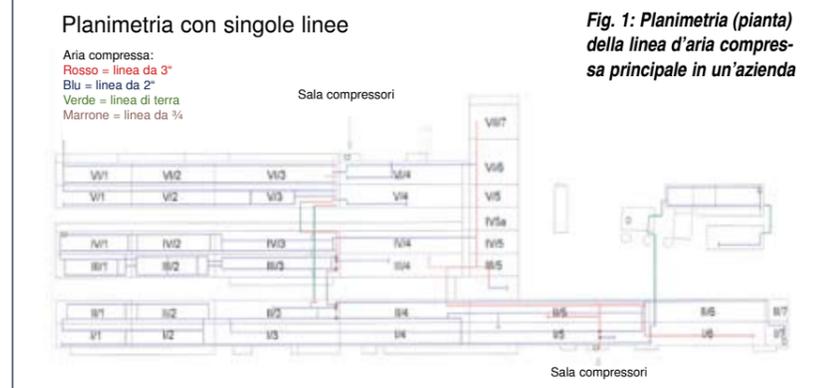
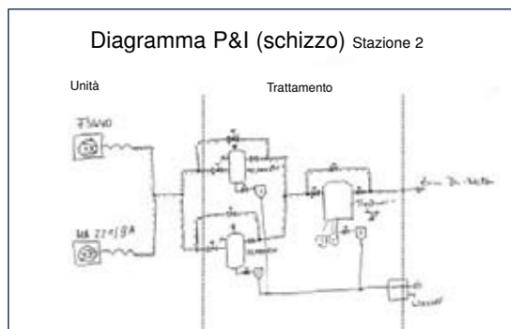


Fig. 1: Planimetria (pianta) della linea d'aria compressa principale in un'azienda

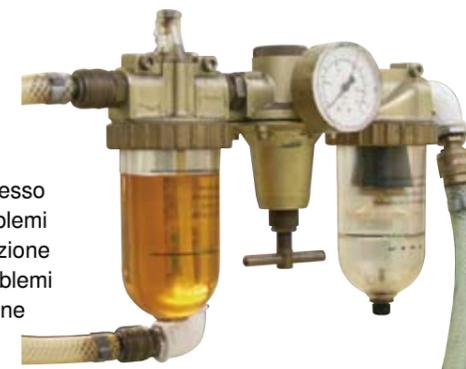


Fig. 4: "Divoratore di energia": riduttore decentralizzato e di pressione con separatore d'acqua

nel corso di un colloquio preliminare, deve innanzitutto poter visionare l'intera documentazione, quindi essere messo al corrente degli eventuali problemi legati alla produzione e distribuzione dell'aria compressa. Tra i vari problemi rientrano ad es.: livello di pressione troppo bassa od oscillante, insufficiente qualità dell'aria, inadeguato sfruttamento dei compressori, ecc.

3. Ispezione

La fase ispettiva rimane comunque quella che in generale fornisce i principali dati utili alla prognosi. Si raccomanda di iniziare l'ispezione proprio dai punti più critici, cioè là dove ci si aspetta che si concentrino gravi fughe o perdite di pressione (fig. 3) o si riscontri una cattiva qualità dell'aria. L'esperienza insegna che i punti in questione sono proprio i terminali delle utenze. Si raccomanda pertanto di procedere nel seguente modo:

Fig. 3: Calo di pressione in un sistema d'aria compressa



a) Tubi di collegamento flessibili, riduttori di pressione, separatori di condensa

È in particolare nei raccordi flessibili delle utenze che si concentrano spesso le fughe d'aria. Qui occorre quindi controllarne tenuta ed integrità. In presenza di riduttori di pressione bisogna verificare la loro regolazione in condizioni di carico (fig. 4). Anche i separatori di condensa installati a monte dei riduttori di pressione vanno ispezionati per verificare il livello di liquido e le tracce di impurità presenti. Lo stesso valga per le linee di scarico installate in verticale (fig. 5).

b) Valvole di intercettazione

Un notevole influsso sull'efficienza del sistema deriva dallo stato delle linee di collegamento che si diramano dalla rete principale. I dispositivi di intercettazione rientrano tra i punti nevralgici. Si deve ad es. controllare se le valvole di intercettazione sono installate correttamente, se si tratta di valvole fluidodinamiche a pieno flusso o di valvole a farfalla e non di valvole inefficienti o a gradino.

c) Tubazione principale

Nella tubazione principale va verificata la presenza di strozzature o gomiti acuti.

d) Sistema di trattamento dell'aria

Qui i principali criteri d'esame sono rappresentati dal punto di rugiada raggiunto (grado di essiccazione) e dalla relativa pressione differenziale.

A seconda delle applicazioni possono essere necessari anche altri controlli della qualità.

e) I compressori

Gli stessi compressori possono ovviamente presentare considerevoli anomalie. Il controllo deve tener conto in particolare dell'installazione delle macchine, del sistema di ventilazione, del raffreddamento e della tubazione. Si deve inoltre accertare la pressione differenziale complessiva dei compressori, il volume dei serbatoi ed il punto di misurazione dal quale devono essere controllati i compressori.

f) Determinazione dei punti di misurazione

Al termine dell'ispezione lo specialista e l'utente identificano insieme i punti di misurazione per l'analisi del consumo d'aria. Il controllo minimo prevede una misurazione della pressione a monte ed a valle del trattamento ed un'altra all'uscita della rete d'aria.

4. Misurazione della pressione e del consumo d'aria (ADA)

Per la misurazione della pressione e del consumo d'aria, il funzionamento della

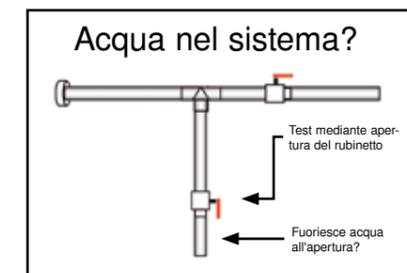


Fig. 5: Acqua nel sistema? (Test)

stazione e del sistema d'aria compressa viene monitorato per almeno 10 giorni con l'ausilio di moderna tecnologia di supervisione di processo dei dati (data logger technology). Il data logger registra ciclicamente i valori principali che verranno scaricati in un PC che provvederà, tramite un apposito software, ad elaborarli e produrre un dettagliato diagramma di consumo. Il grafico mostra le cadute e le oscillazioni di pressione e di consumo, i profili del funzionamento a vuoto, i tempi di carico e di fermata dei compressori ed anche la relazione tra prestazione di ogni singolo compressore e attuale consumo d'aria. Per avere un quadro completo, occorre che durante la misurazione si individuino anche le fughe d'aria – come è stato descritto nel capitolo 10 (pag. 22) – e ciò richiede, tra l'altro, una intercettazione mirata di determinate aree della rete durante il fine settimana.

I compressori trasformano in calore quasi il 100 % dell'alimentazione elettrica. Un piccolo compressore di soli 18,5 kW in servizio a pieno carico, già "fornisce" tanta energia termica quasi sufficiente per riscaldare una casa



14. Progettare correttamente le stazioni di compressori (4)

L'efficiente raffreddamento ad aria

Ecco perché un efficiente sistema di raffreddamento è fondamentale per garantire un ineccepibile funzionamento di una stazione di compressori.

Il calore dissipato dai compressori è idoneo per gli impieghi più svariati. Grazie ad esempio all'ausilio di sistemi di recupero del calore è comunque possibile riguadagnare fino al 94 % dell'energia impiegata, sfruttarla riducendo al contempo sensibilmente i costi di produzione dell'aria compressa. (cfr. cap. 8, pag. 18). Tuttavia è necessario che anche gli impianti d'aria compressa con sistemi di recupero del calore dispongano di un valido sistema di raffreddamento, a sua volta prezioso strumento di risparmio. Infatti i costi sostenuti per il raffreddamento ad aria possono essere fino ad un 30% inferiori a quelli derivanti dal raffreddamento ad acqua. Laddove possibile, si raccomanda oggi di preferire sempre il raffreddamento ad aria.

1. "L'habitat" dei compressori

1.1 Pulito e fresco

Nel regolamento tedesco di prevenzione degli infortuni (alla voce „Compressori“, § 12) si legge: „Installare i compressori in maniera tale che siano accessibili e che dispongano di un adeguato raffreddamento.“ La normativa prevede inoltre che la temperatura ambiente delle macchine, sia con raffreddamento ad aria che ad olio, non superi la soglia di

40 °C. Nel § 15 si legge inoltre che: nella zona di aspirazione dei compressori non devono essere rilasciate sostanze pericolose.“ Queste prescrizioni vanno considerate come raccomandazioni di base, il cui obiettivo è di mantenere quanto minimo possibile il rischio di incidenti. Ad una stazione di compressori che però punti ad una maggiore efficienza e ad un minimo fabbisogno di manutenzione servirà qualcosa di più.

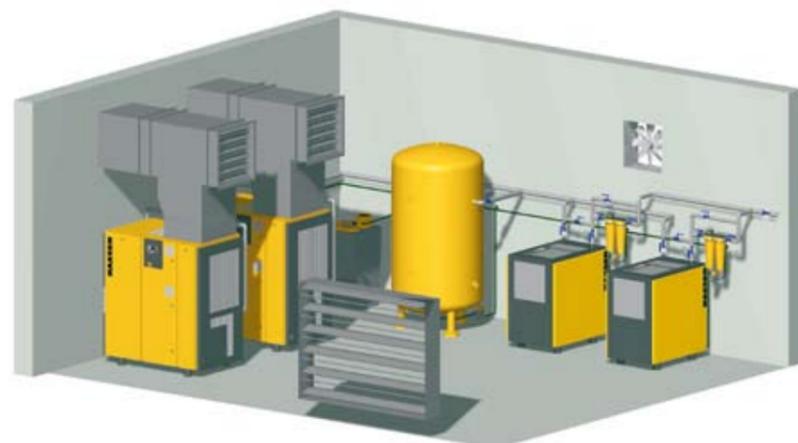
1.2 Sala compressori ... non ripostiglio

Valga come principio che un ambiente

mento, senza un intenso processo di filtraggio, non deve mai essere aspirata in un ambiente con una forte concentrazione di polvere, fuliggine o altro tipo di contaminazione. Anche in normali condizioni operative l'aria di aspirazione e quella di raffreddamento dei compressori dovrebbero essere sottoposte a purificazione preventiva.

1.3 Clima temperato

Le temperature risultano anche determinanti per l'affidabilità ed il fabbisogno manutentivo dei compressori: l'aria di aspirazione e quella di raffreddamento



Stazione di compressori con aria di espulsione canalizzata: la variante più efficiente di raffreddamento dell'aria

destinato all'ubicazione dei compressori non equivale ad un ripostiglio, ovvero in questi ambienti non vi è posto per attrezzature non pertinenti, polvere ed impurità di altro genere; il pavimento deve inoltre essere antiscivolo e possibilmente lavabile. Alla stregua dell'aria di aspirazione anche l'aria di raffreddamento

non devono essere né troppo fredde (inferiore a +3 °C) né troppo calde (superiore a +40 °C)*. Di ciò bisogna tener conto in sede di progettazione e realizzazione. Durante i mesi estivi

* Le temperature limite riportate si riferiscono ai parametri climatici mitteleuropei ed all'equipaggiamento standard di una stazione di compressori

si può verificare un eccessivo riscaldamento dell'aria nei locali esposti a sud, sudovest. Talvolta anche nelle zone temperate possono essere raggiunte temperature di +40 o addirittura +45 °C. Si raccomanda pertanto di non disporre le aperture d'aria sui versanti maggiormente esposti ai raggi del sole. La dimensione delle aperture è correlata alla potenza dei compressori ed al tipo di aerazione.

2. Aerazione della sala compressori

Un'adeguata ventilazione della sala compressori è fondamentale non solo nei compressori raffreddati ad aria, ma anche in quelli con raffreddamento ad acqua. In ogni caso deve essere espulso sia il calore irradiato dal compressore che quello generato dal motore elettrico. Ciò corrisponde complessivamente a circa il 10 % della potenza del compressore.

3. Diversi tipi di aerazione

3.1 Aerazione convettiva (fig. 1)

L'aria di raffreddamento lambisce il compressore, si riscalda, sale poi verso l'alto per effetto della differenza di densità ed esce dal locale attraverso una adeguata apertura disposta nella parte alta. Si raccomanda questo tipo di aerazione solo in casi eccezionali e comunque per compressori inferiori a 5,5 kW, in quanto già l'incidenza dei raggi solari o la pressione esercitata dal vento sull'apertura di espulsione possono compromettere l'efficienza della ventilazione di tipo naturale.

3.2 Aerazione forzata

Questo metodo molto diffuso si realizza tramite un sistema ad aria di raffreddamento convogliata. Per evitare durante i mesi invernali temperature inferiori a +3 °C si dovrebbe disporre di un sistema di controllo termostatico. Temperature troppo basse possono compromettere il funzionamento dei compressori, dello scarico della condensa e del relativo trattamento. Il controllo a termostato è necessario per poter pilotare adatte persiane in modo da trattenere parte dell'aria calda nel locale compressori. Esistono due tipi di aerazione forzata:

3.2.1 Aerazione con ventilatore esterno

Un ventilatore esterno installato nell'apertura di espulsione della sala compressori e dotato di controllo a termostato aspira l'aria riscaldata (fig. 2). Per questo tipo di ventilazione è importante che l'apertura per l'aspirazione dell'aria di raffreddamento non sia troppo piccola (fig. in basso a destra), altrimenti si genera una forte rumorosità a causa della velocità eccessiva del flusso d'aria. Ciò danneggerebbe inoltre il raffreddamento della stazione. Il sistema di raffreddamento deve essere dimensionato in maniera tale che l'aumento di temperatura prodotto dal calore dissipato dai compressori non superi i 7 K, altrimenti si può verificare un sovraccarico termico e la conseguente disattivazione dei compressori. Elemento da non sottovalutare è anche che l'installazione di ventilatori esterni comporta costi energetici supplementari.

3.2.1 Aerazione con canale di ventilazione (fig. 3)

Ai nostri giorni, con l'ausilio di un canale di espulsione, le moderne unità a vite compatte consentono di realizzare un tipo di ventilazione pressoché ideale: il compressore aspira l'aria attraverso un'apposita apertura e rilascia l'aria calda al canale che la espelle dalla sala compressori. Il grande vantaggio di questo metodo consiste nel fatto che il flusso d'aria di raffreddamento può riscaldarsi molto di più e cioè di circa 20 K. In questo modo si riduce la quantità d'aria di raffreddamento necessaria. Normalmente le ventole standard incorporate nei compressori sono perfettamente sufficienti all'espulsione dell'aria. Ciò significa che rispetto alla aerazione con un ventilatore esterno non c'è un dispendio supplementare di energia. Ciò vale tuttavia se non viene superata la prevalenza a disposizione generata dalla ventola. Il canale di espulsione deve inoltre disporre di una serranda a controllo termostatico che impedisce in inverno il raffreddamento della sala compressori (fig. 4). Se all'interno della sala compressori sono installati anche essiccatori raffreddati

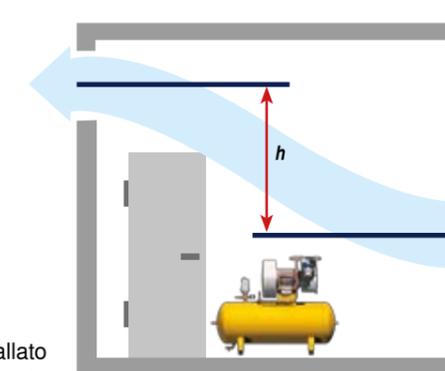


Fig. 1: Sala compressori con ventilazione convettiva, per macchine inferiori a 5,5 kW

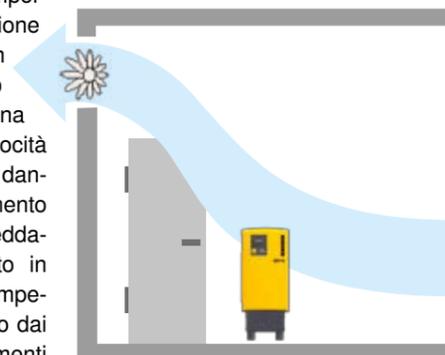


Fig. 2: Aerazione forzata con ventilatore esterno, per macchine tra 5,5 e 11 kW

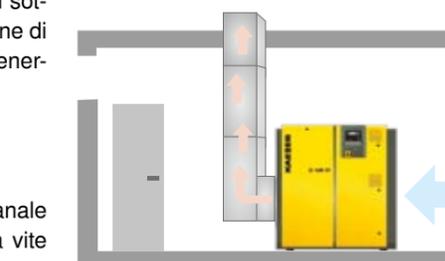


Fig. 3: Aerazione forzata con aria di espulsione canalizzata, per macchine superiori a 11 kW

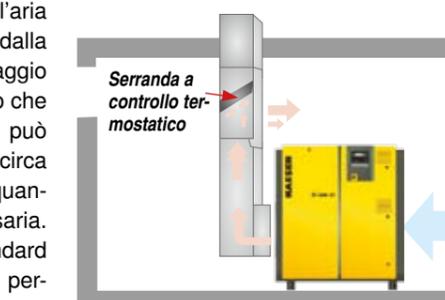


Fig. 4: Una serranda a controllo termostatico provvede ad equalizzare le temperature

ad aria, è importante tenere presente che, sotto l'aspetto della ventilazione, compressore ed essiccatore non devono influenzarsi reciprocamente. A temperature oltre i 25 °C si raccomanda di incrementare l'apporto d'aria di raffreddamento mediante l'aggiunta di un ventilatore a controllo termostatico.