



Produzione farmaceutica del futuro:

Compressori senza olio CompAir per l'industria farmaceutica

La nuova generazione di compressori senza olio può produrre più di semplice aria compressa





TABELLA DEI CONTENUTI

1.	Introduzione	3
2.	Aria compressa sottovalutata come mezzo (in termini di costi)	4
3.	La sicurezza prima della costruzione: l'importanza dell'analisi e della valutazione dei rischi	5
4.	Perché l'aria non è sempre aria	6
5.	L'aria compressa nelle normative farmaceutiche: un caso speciale	8
6.	Strategie per una soluzione: pulizia fin dall'inizio	9
7.	Opzioni tecniche per la purificazione dell'aria compressa	10
8.	Un must per tutti i produttori a contratto: flessibilità e innovazione	13
9.	Integrazione meccanica e digitale in un ambiente di progettazione igienica	13
10.	Conclusione	14
	Impronta	15



1. Introduzione

L'industria farmaceutica è una delle industrie più strettamente regolamentate al mondo. Chiunque voglia produrre medicinali deve rispettare le linee guida di “Good Manufacturing Practice” (GMP ¹⁾, la Farmacopea europea ²⁾, varie linee guida della FDA (Food and Drug Administration) e le raccomandazioni dell'ICH ³⁾ (International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use).

Mentre questi regolamenti coprono anche il più piccolo aspetto tecnico della produzione farmaceutica, oltre a fornire descrizioni dettagliate dei metodi derivati dalla fisica e dalla chimica fisica, le disposizioni che contengono prestano relativamente poca attenzione al mezzo dell'aria. Per esempio, la Farmacopea si concentra solo sull'aria per applicazioni mediche e, in questo contesto, fa solo una distinzione rispetto all'aria artificiale per applicazioni mediche.

Questo libro bianco esamina più dettagliatamente il tema della generazione di aria compressa (sterile) e mostra il potenziale offerto dai compressori oil-free per i processi farmaceutici. Vengono discussi la costruzione e il design dei moderni compressori oil-free e l'impatto che possono avere su aspetti come il costo totale di proprietà nella produzione di medicinali. Altri aspetti trattati nel libro bianco sono l'efficienza energetica di questi sistemi senza olio e come possono aiutare a ridurre i costi operativi all'interno di un'azienda.

¹⁾ https://ec.europa.eu/health/documents/eudralex/vol-4_en

²⁾ https://www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Arzneimittelzulassung/ZulassungsrelevanteThemen/Arzneibuch/Arzneibuecher/_node.html/

³⁾ <https://www.ich.org/>

2. Aria compressa sottovalutata come mezzo (in termini di costi)

60.000 – secondo gli esperti, questo è il numero impressionante di sistemi ad aria compressa attualmente in funzione nelle aziende tedesche ⁴⁾. Si stima che tutti i sistemi combinati consumino circa 16,6 TWh all'anno, il che equivale al 7% del consumo totale di energia nell'industria tedesca.

Si pensa che l'industria farmaceutica ne rappresenti una parte non trascurabile, con i suoi laboratori, estrusori, impianti di imbottigliamento, presse per compresse e (non ultimo) sistemi di produzione per

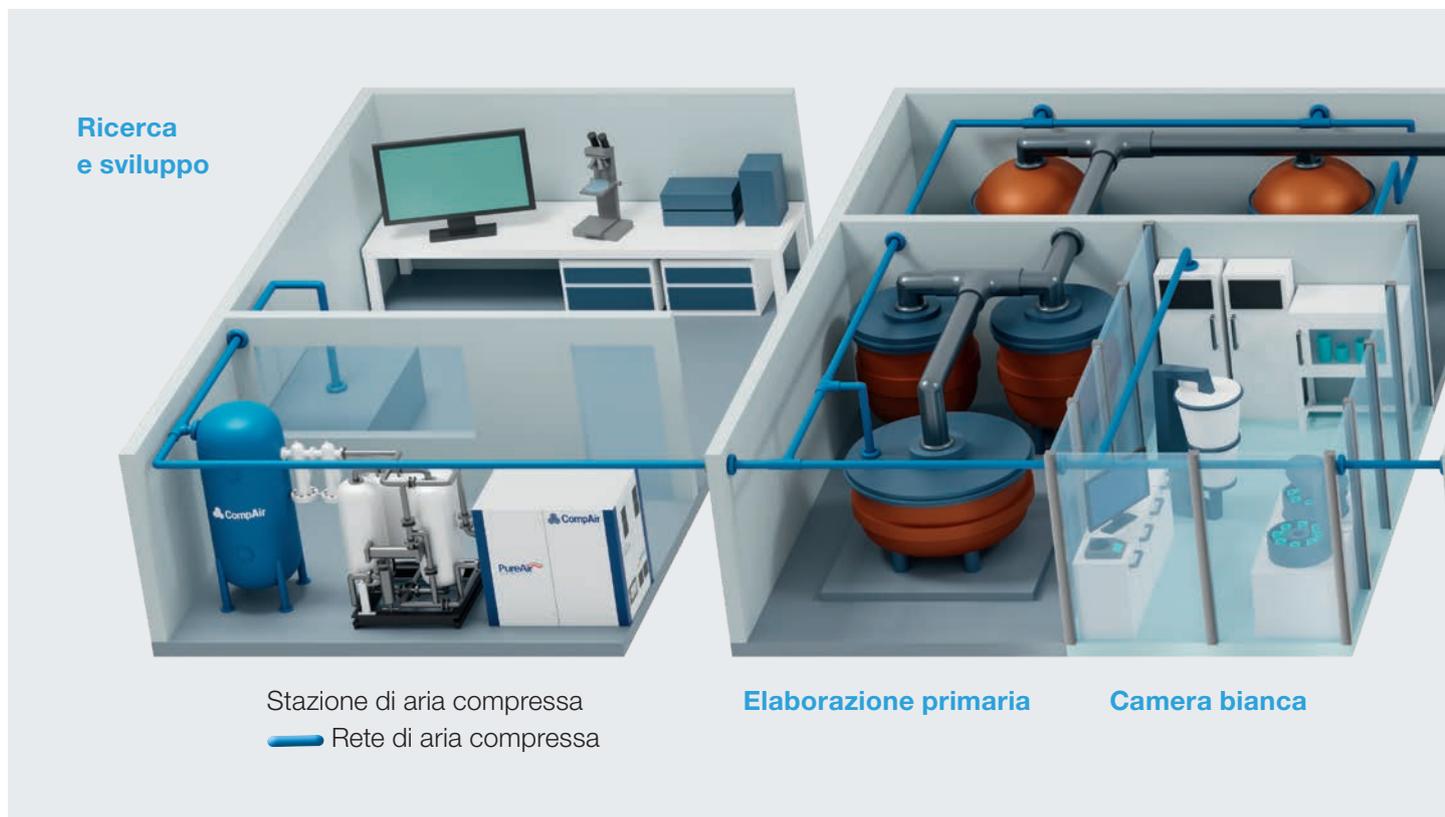
l'imballaggio primario e secondario spesso in funzione 24 ore su 24, 7 giorni su 7.

Ma ciò che distingue l'industria farmaceutica e i suoi sistemi d'aria compressa o di processo dalle altre industrie è la distinzione fatta in termini di mezzo stesso – tra l'aria compressa che entra in contatto diretto con i prodotti e l'aria compressa che non lo fa. Alcuni esempi sono i processi per l'asciugatura di parti di apparecchiature, il trasporto di sostanze attraverso tubi, e quando l'aria compressa viene utilizzata come coperta di pressio-

ne per soluzioni in serbatoi, ecc. L'aria compressa per scopi di controllo è anche un elemento importante della produzione farmaceutica e viene utilizzata, per esempio, con 'per aprire pneumaticamente le valvole'. In questi casi, è importante specificare in anticipo, per esempio, se l'aria di ritorno dalle valvole può entrare nella camera di lavorazione, portando eventualmente alla contaminazione. La regola generale, in caso di produzione di medicinali sterili, è sempre quella di deviare (fuori dalla strada) l'aria di ritorno dalle valvole.

⁴⁾ <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/Algorithmen-gegen-Druckluft-Verschwendung.html>

Produzione farmaceutica



3. La sicurezza prima della costruzione: l'importanza dell'analisi e della valutazione dei rischi

Quando viene costruito un nuovo sistema, l'analisi e la valutazione del rischio da parte del produttore a contratto e/o della società farmaceutica forniscono la base normativa per l'uso dell'aria compressa.

Lo scopo di queste misure è quello di valutare i potenziali rischi associati all'aria compressa dei compressori e dei sistemi di distribuzione sul farmaco in questione e di definire le misure necessarie per eliminare tali rischi. La guida strutturata e documentata che ne risulta identifica i rischi e introduce le misure per porvi rimedio.

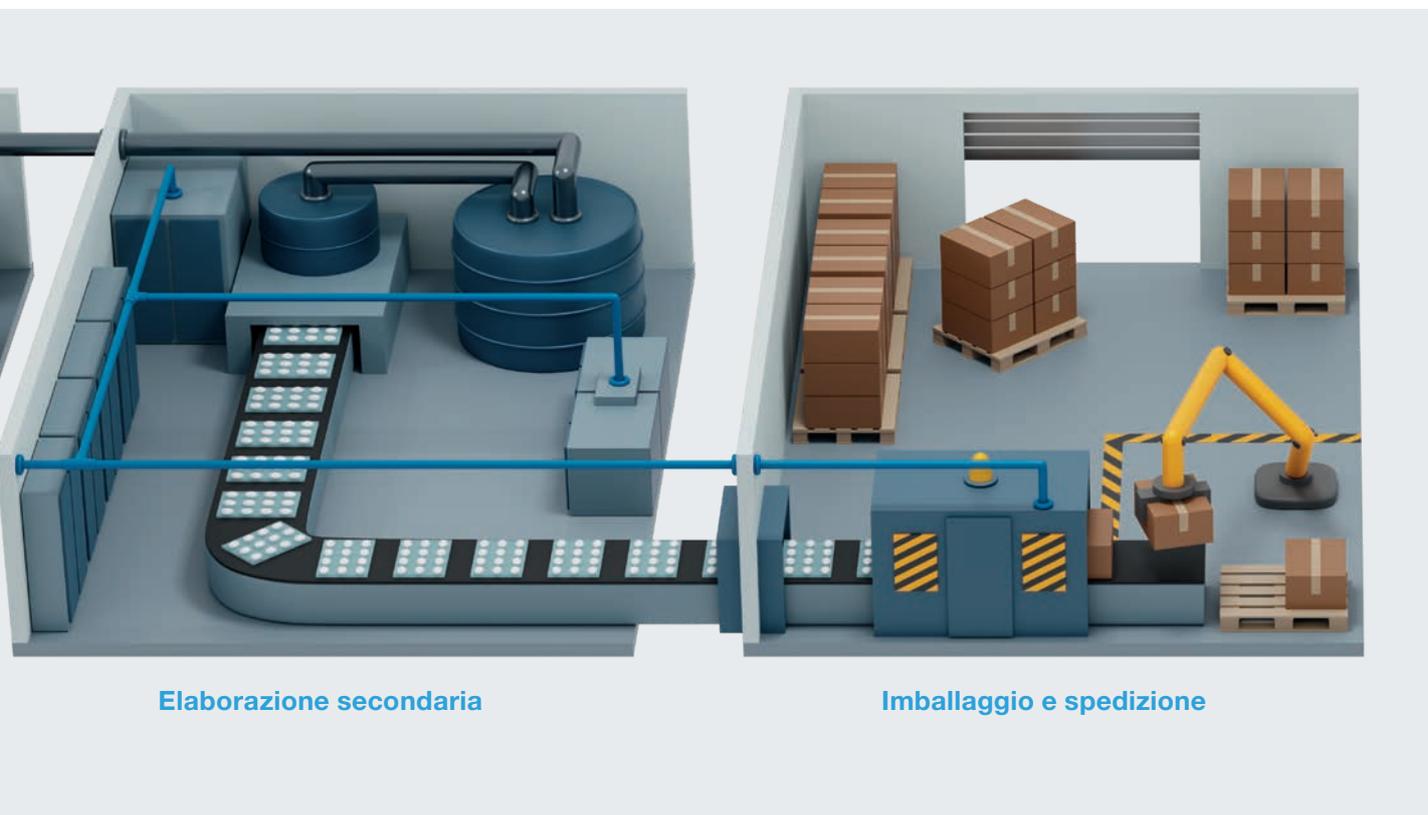
L'importanza potenzialmente critica delle applicazioni di aria compressa e l'impatto che può avere il compressore che genera effettivamente l'aria sono illustrate dalle domande seguenti⁵⁾:

- L'applicazione dell'aria compressa comporta un contatto diretto o indiretto con i prodotti?
- Quali volumi di aria compressa sono coinvolti?
- Il prodotto fabbricato è un medicinale sterile o è microbiologicamente instabile?

- Ci sono altri contaminanti (particelle, olio) normalmente associati all'aria compressa di particolare importanza in relazione al farmaco?
- Il prodotto è sensibile all'umidità?

Per inciso, l'aria compressa respirabile di cui il personale ha bisogno – quando usa le tute di protezione completa prescritte per la manipolazione di ingredienti altamente attivi – è altrettanto importante. Applicazioni come queste devono tenere fuori tutti i contaminanti atmosferici.

⁵⁾ Aria compressa nell'industria farmaceutica; Werner D; Editio Cantor Verlag 2016





4. Perché l'aria non è sempre aria

Qualsiasi forma di aria compressa conterrà particelle di contaminanti. Queste possono impedire a un sistema pneumatico di funzionare come dovrebbe e possono portare a problemi di qualità della produzione. Questi tenderanno a verificarsi se l'aria di processo entra in contatto con il prodotto.

Sono possibili vari tipi di contaminanti, con l'aria ambiente o l'aria di aspirazione suscettibile di contaminazione con quasi tutti i tipi di inserti di particelle, compresi polline, polvere, idrocarburi o metalli pesanti come piombo, cadmio o mercurio. Le linee guida DIN EN ISO e EU GMP definiscono, in base alle classi delle camere bianche, quante e quali dimensioni di particelle possono essere presenti

in una data stanza. Non si tiene conto di come le concentrazioni di particelle nel compressore aumentino significativamente quando si genera aria compressa. Durante lo scarico da un sistema pneumatico, ci può essere (anche se non necessariamente) un contatto diretto con il prodotto. E questo può comportare la contaminazione delle formule a causa della densità di particelle estremamente elevata.

Classi di purezza dell'aria compressa secondo DIN ISO 8573-1 (Rev. 2010; Fonte: CompAir)

Classe	Particella			Contenuto di umidità e acqua	Olio totale [10]		
	0,1..-0,5 µm [1,6,9]	0,5..-1 µm [1,6,9]	1..-5 µm [1,6,9]				
0	Secondo la definizione e meglio della classe 1			Secondo la definizione e meglio della classe 1		Secondo la definizione e meglio della classe 1	
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	≤ -70 °C	[2,5]	≤ 0,01 mg/m ³	[1,3]
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	≤ -40 °C		≤ 0,1 mg/m ³	
3	.....	≤ 90.000	≤ 1.000	≤ -20 °C		≤ 1 mg/m ³	[1,4]
4	.....	.....	≤ 10.000	≤ +3 °C		≤ 5 mg/m ³	
5	.....	.....	≤ 100.000	≤ +7 °C			
6	≤ 5 mg/m ³			≤ +10 °C	[1,8]		
7	5..-10 mg/m ³			≤ 0,5 g/m ³			
8				0,5..-5 g/m ³			
9				5..-10 g/m ³			
X	> 10 mg/m ³			> 10 g/m ³		> 5 mg/m ³	[1,4]

Classi di camere bianche GMP (Rev. 2010; Fonte: linea guida GMP)

Classe	Numero massimo consentito di particelle per m ³ (uguale o superiore alle dimensioni elencate)				Valori limite raccomandati per la contaminazione microbiologica nello stato operativo (valori medi)			
	Modo inattivo		Stato operativo		Campione d'aria	Sedimentazione - piastre (Ø 90 mm)	Piastre di contatto (Ø 55 mm)	Guanto - stampa 5 dita
	≥ 0,5 µm	≥ 5,0 µm	≥ 0,5 µm	≥ 5,0 µm	CFU / m ³	CFU / 4 ore (b)	CFU / piastra	CFU / guanto
A	3.520	20	3.520	20	<1	<1	<1	<1
B	3.520	29	352.000	2.900	10	5	5	5
C	352.000	2.900	3.520.000	29.000	100	50	25	29.000
D	3.520.000	29.000	*	*	200	100	50	

L'allegato 1 della Guida CE al buon Pratiche di produzione (GMP), stato 2008

5. L'aria compressa nelle normative farmaceutiche: un caso speciale

Come già stabilito, nessuno dei regolamenti farmaceutici specifici relativi alla produzione dice nulla sulle classi di qualità per l'aria compressa o fa una qualsiasi distinzione tra i vari usi previsti – a parte la distinzione di base sul fatto che ci sia o meno un contatto con il prodotto.

I farmacisti industriali interessati alla progettazione delle macchine ritengono che la mancanza di definizioni per l'aria compressa costituisca un'omissione significativa⁶⁾ che potrebbe non essere facile da rimediare. Questo significa che, ancora oggi, qualsiasi azienda farmaceuti-

ca coinvolta nella ricerca o nella produzione, e naturalmente anche qualsiasi produttore a contratto, deve definire autonomamente – prima di qualsiasi costruzione o edificazione di una linea di produzione o di un laboratorio – quale dovrebbe essere la qualità dell'aria compressa appropriata, secondo la DIN ISO 8573-1. Anche a questo punto, l'azienda farmaceutica committente può introdurre errori nella fase delle specifiche, presentando una formulazione sbagliata o non sufficientemente dettagliata. Un compressore e una rete di tubi mal progettati possono avere gravi conseguenze e portare a costi

significativi. In questo caso, l'affermazione dell'Istituto Fraunhofer per l'ingegneria e l'automazione della produzione (IPA) ha un peso doppio, con i ricercatori che hanno scoperto⁷⁾ che sono possibili risparmi fino al 30%. Essi ritengono che la maggior parte dei sistemi di aria compressa sono inefficienti – per esempio a causa di perdite che si verificano, per esempio, nella rete di tubi utilizzati per la produzione. Presi insieme, i tipi di problemi associati a compressori non correttamente dimensionati, sistemi di distribuzione inadeguati e potenziali perdite aumentano la probabilità di un funzionamento antieconomico.

⁶⁾ Intervista – Division Lead & Industrial Pharmacist

⁷⁾ <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/Algorithmen-gegen-Druckluft-Verschwendung.html>

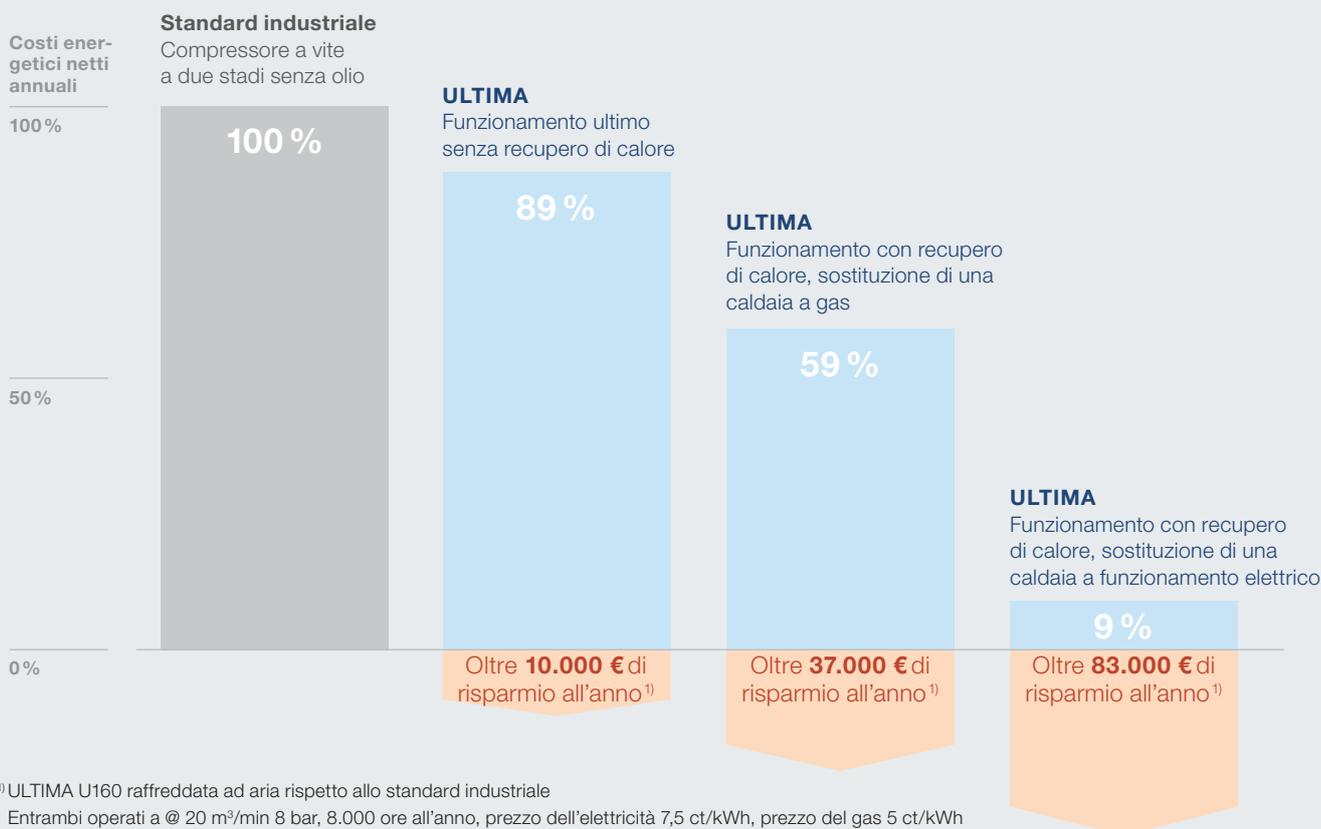


Compressore senza olio raffreddato ad aria con recupero di calore opzionale

Per maggiori informazioni, cliccate qui:



Valutazione economica compressore ULTIMA rispetto allo standard industriale ¹⁾



6. Strategia per una soluzione: pulizia fin dall'inizio

Le soluzioni possibili, in termini di soddisfazione dei requisiti di purezza dell'aria compressa, includono sistemi di filtrazione e l'uso di modelli di compressori senza olio, il cui design si basa essenzialmente sul tenere le particelle di olio/aerosol fuori dal compressore.

I compressori senza olio offrono una serie di vantaggi – e nei casi in cui i produttori di medicinali hanno bisogno solo di una pressione iniziale di 10 bar, il beneficio potenziale è massimizzato. Supponendo che pochi, se non nessuno, dei processi associati alla produzione farmaceutica richiedano questi alti livelli di pressione, le aziende pos-

sono beneficiare di un lavoro di manutenzione minimo. E questo è certamente in linea con il motto del settore farmaceutico “mai cambiare un sistema in funzione”. Non c'è nemmeno bisogno di elaborati separatori d'olio, e anche molto meno olio è richiesto. Finora, il grande svantaggio è stato il costo d'investimento molto alto.



7. Opzioni tecniche per la purificazione dell'aria compressa

L'aria compressa può essere utilizzata per il processo di produzione farmaceutica solo dopo aver rimosso tutti i gas e i contaminanti dell'aria. Quando si parla di sostanze da purificare, di solito si intendono i contaminanti particellari, l'acqua e il vapore acqueo, gli oli e i vapori d'olio e molto spesso anche i microrganismi.

Nella maggior parte dei casi, l'aria in uscita è la fonte di contaminazione, ma anche il processo di compressione stesso (attraverso la condensazione dell'acqua o l'iniezione di olio), le superfici dei componenti del sistema di aria compressa (particelle) così come sono possibili cause anche gli interventi del personale di manutenzione.

La progettazione di un sistema di trattamento dell'aria compressa per il processo di produzione farmaceutica dipende dalla qualità dell'aria richiesta, dal design del compressore, dalla posizione e dal volume di aria compressa richiesto.

I processi di produzione farmaceutica variano a seconda, ad esempio, della formulazione, della forma di dosaggio, del confezionamento primario o secondario. Nessun processo è paragonabile al 100% all'altro, il che rende evidente che l'aria compressa di processo può essere utilizzata in luoghi diversi. Il calcolo del costo totale di proprietà di un sistema di aria compressa è quindi complesso e deve tenere conto di tutti i fattori che lo influenzano per l'intera durata di vita.

Per maggiori informazioni, cliccate qui:



[Trattamento dell'aria compressa](#)

I punti seguenti forniscono una guida per la scelta di una tecnologia appropriata:

- 1** Visto che lo scopo dell'attrezzatura di purificazione è quello di garantire la qualità dell'aria, è innanzitutto necessario identificare la qualità dell'aria compressa necessaria al sistema. A seconda dell'applicazione utilizzata, ciascun punto di utilizzo nel sistema può richiedere una qualità di aria compressa diversa. L'utilizzo delle classificazioni ISO 8573-1:2010 sulla qualità consentirà al fornitore delle attrezzature di identificare in modo rapido e facile l'attrezzatura di purificazione più adatta a ciascuna parte del sistema.
- 2** ISO 8573-1:2010 è l'ultima edizione della norma. Accertarsi di scriverne il nome per intero al momento di contattare i fornitori. Specifiche della qualità dell'aria come "ISO 8573-1" o "ISO 8573-1:1991" si riferiscono verosimilmente a una precedente edizione della norma e possono comportare una qualità inferiore dell'aria compressa erogata.
- 3** Accertarsi che l'attrezzatura presa in considerazione eroghi effettivamente la qualità dell'aria conformemente alle classificazioni di qualità scelte da ISO 8573-1:2010.
- 4** Durante il confronto di filtri a coalescenza, accertarsi che siano stati verificati conformemente a ISO 8573-2:2007, ISO 8573-4:2001 e ISO 12500-1:2007.
- 5** Chiedere una convalida delle prestazioni del prodotto di una terza parte indipendente.
- 6** Per la massima tranquillità, accertarsi che il fabbricante fornisca una garanzia scritta della qualità dell'aria erogata.
- 7** Gli impianti con compressori oil-free richiedono le stesse considerazioni sulla filtrazione degli impianti con compressori lubrificati a olio.
- 8** Durante il confronto dei costi operativi dei filtri a coalescenza, considerare solo la perdita di pressione saturata iniziale. La perdita di pressione a sec-
- 9** Considerare le caratteristiche di ostruzione del filtro. Solo perché ha una bassa pressione differenziale di avvio non significa che questa resterà bassa per tutta la vita utile dell'elemento filtrante. I costi energetici devono essere sempre calcolati in base alle caratteristiche di ostruzione del filtro, non solo della pressione differenziale saturata iniziale.
- 10** Considerare il costo totale di proprietà per le attrezzature di purificazione, compresi i costi di acquisto, funzionamento e manutenzione. Un prezzo di acquisto iniziale basso può sembrare invitante, ma potrebbe comportare costi operativi elevati e altre complicazioni dovute a una qualità dell'aria insoddisfacente.

La gamma completa di trattamento dell'aria compressa di CompAir



Filtrazione

- Separatore a ciclone
- Filtro filettato
- Filtro flangiato

Rimuove l'acqua libera, le particelle di sporco e gli aerosol



Essiccatori a refrigerazione

- Serie standard
- Serie Premium
- Serie a risparmio energetico

Aria compressa secca secondo le classi di qualità ISO 4 e 5



Essiccatori ad adsorbimento

- Rigenerazione a freddo modulare
- Rigenerazione a freddo
- Rigenerazione a caldo

Alta qualità ISO Classe 1, 2 e 3 per aria compressa priva di acqua e olio utilizzata nei settori farmaceutico, alimentare e delle bevande, elettronico e della produzione di energia.



Gestione della condensa

- Trappola a controllo di livello
- Trappole elettroniche
- Separatori olio-acqua

Trappole a galleggiante elettriche, temporizzate e meccaniche utilizzate in tutti i sistemi di aria compressa per scaricare la condensa liquida, nonché separatori olio-acqua per lo smaltimento efficiente della condensa dell'aria compressa.

I prodotti per il trattamento dell'aria compressa possono essere classificati in modo approssimativo come segue:

Si può fare una distinzione tra tutti i prodotti che lavorano sulla base tecnica della filtrazione. I separatori a ciclone, i filtri in linea o i filtri a flangia rimuovono l'acqua libera, le particelle di sporco e gli aerosol dall'aria compressa. I filtri sterili fanno lo stesso per quanto riguarda i microrganismi.

Un'altra categoria è rappresentata dai cosiddetti essiccatori a refrigerazione, che producono aria compressa essiccata per le classi di qualità ISO 4 e 5. Le tecnologie da utilizzare dipendono dalla qualità dell'aria compressa desiderata, dal profilo della domanda e dai parametri ambientali (climatici). Nell'ambiente farmaceutico, gli essiccatori ad adsorbimento sono molto spesso il mezzo preferito. Gli essiccatori ad adsorbimento o essiccatori a rigenerazio-

ne utilizzano un adsorbente rigenerativo come il carbone attivo e richiedono un filtro a coalescenza per un funzionamento efficiente. Nel caso degli essiccatori ad adsorbimento, il trattamento viene effettuato in conformità alle classi ISO 1, 2 e 3 per l'aria compressa priva di acqua e olio, utilizzando la rigenerazione a freddo, la rigenerazione a freddo modulare o la rigenerazione a caldo. Un'altra opzione per il trattamento dell'aria sono le tecnologie con la cosiddetta gestione della condensa. Si tratta di scaricatori a galleggiante elettronici, temporizzati o meccanici che possono essere utilizzati in tutti i sistemi di aria compressa per scaricare la condensa liquida. Lo smaltimento efficiente delle condense dell'aria compressa avviene tramite separatori olio/acqua, scaricatori a galleggiante o scaricatori elettronici. La categoria dei separatori d'acqua comprende vari progetti tecnici che rimuovono più del 90% dell'acqua

liquida dall'aria compressa grezza. Si tratta, ad esempio, di separatori centrifughi e rotativi. Funzionano seguendo il principio che dà loro il nome, secondo il quale l'aria impura viene immessa tangenzialmente in un separatore cilindrico. Le particelle di olio e acqua vengono scagliate contro la parete esterna dalle forze centrifughe, dove possono scorrere verso il basso.

Con l'ausilio di filtri antipolvere, è possibile trattenere anche tutte quelle particelle che contaminano il sistema di aria compressa indipendentemente dalla presenza di un liquido. Gli essiccatori a membrana utilizzano una membrana per asciugare l'aria umida e carica di particelle prima di renderla disponibile al processo.

Per maggiori informazioni, cliccate qui:



Essiccatori ad aria compressa



Per asciugare l'aria compressa umida, si utilizza un essiccatore HOC (Heat Of Compression) (a sinistra). Questo utilizza quasi tutto il calore di scarto del compressore per rigenerare l'essiccante.

8. Un must per tutti i produttori a contratto: flessibilità e innovazione

Le aziende farmaceutiche incentrate sulla ricerca hanno per lo più bisogno di aria compressa nei loro laboratori, e anche i grandi attori dell'industria farmaceutica hanno sempre più adottato un approccio di produzione in outsourcing (affidandosi a produttori a contratto). Per queste aziende, ciò significa trasferire tutti i benefici, in termini di costi e rischi, alle aziende effettivamente coinvolte nella produzione, che sono a loro volta interamente responsabili dell'ottimizzazione della gestione delle capacità e devono offrire la massima flessibilità tecnica possibile per sostenere le consegne time-to-market. Quindi sono spesso i produttori a contratto a dover proporre una tecnologia di sistemi innovativa e flessibile, che

può includere anche un sistema di aria compressa flessibile come ULTIMA. Mentre in passato qualsiasi investimento in macchinari e sistemi doveva aspettare che un principio attivo avesse completato con successo i test clinici di fase III, gli esperti ora raccomandano di pensare fin dall'inizio a come potrebbe essere una produzione commerciale appropriata – che sia fattibile a lungo termine – e al tipo di tecnologia di processo che potrebbe richiedere. Se un produttore a contratto acquista, per esempio, un compressore senza olio che offre 75 kW in questo tipo di fase iniziale di progettazione, e poi un livello di prestazioni più alto è richiesto più tardi durante la produzione vera e propria – come sta

accadendo attualmente, per esempio, con la produzione di vaccini – c'è una precisa necessità di forme flessibili di tecnologia. Per esempio, le unità della gamma ULTIMA possono essere aggiornate con relativa facilità a una potenza di 160 kW in poche ore. Non c'è bisogno di alcuna conversione o di un lungo lavoro di riqualificazione. Ciò significa che i livelli di potenza possono essere regolati rapidamente in qualsiasi momento, anche durante il funzionamento dal vivo, a seconda del processo di produzione coinvolto. Dato che i sistemi non richiedono un lungo lavoro di convalida e qualificazione, questo ha un impatto positivo sui costi totali di un lotto e quindi anche sui profitti.



9. Integrazione meccanica e digitale in un ambiente di progettazione igienica

Per maggiori informazioni, cliccate qui:



iConn

Se il compressore e il recupero di calore sono combinati in un'unica unità, le aziende beneficiano di un tipo di design chiuso che soddisfa anche tutti i requisiti del design igienico. Questo tipo di soluzione chiavi in mano è anche molto più compatto rispetto alle apparecchiature di categorie di potenza simili. La soluzione integrata garantisce basse emissioni di rumore ed è

facile da installare. I compressori senza olio della gamma ULTIMA possono essere collegati, come standard, a iConn, una piattaforma digitale cloud che supporta l'analisi dell'aria compressa e la manutenzione proattiva. Gli utenti finali possono utilizzare questa applicazione per controllare e ottimizzare la generazione di aria compressa per il loro processo.

Il monitoraggio continuo delle condizioni aiuta a prevenire il fermo imprevisto del sistema durante la produzione di medicinali e gioca quindi un ruolo chiave nell'evitare eventuali perdite su un lotto. Il monitoraggio delle condizioni favorisce anche l'individuazione precoce delle esigenze di manutenzione.

10. Conclusione

La diversità delle applicazioni di aria compressa utilizzate in un ambiente farmaceutico è immensa. In questo caso, è discutibile che in futuro si possano elaborare degli standard unificati – a livello nazionale e internazionale. Gli esperti ritengono che parametri come la quantità di olio, di particelle o di microrganismi non possano essere supportati da tali dichiarazioni generali.

Invece, il quadro generale effettivo, e quindi ogni potenziale danno agli esseri umani, dipenderà dalla qualità dell'aria scaricata. Qui è dove la scelta dei lubrificanti e degli oli di raffreddamento dalla vasta gamma di oli disponibili – compresi quelli completamente sintetici – diventa anche rilevante, così come i materiali incorporati nel sistema stesso e le condizioni per la crescita microbica. Le diverse ponderazioni di questi parametri rendono difficile la standardizzazione, per non parlare della questione della correlazione con i vari tipi di farmaci e applicazioni.

I compressori senza olio con moderni sistemi di controllo stanno dando un contributo indispensabile per migliorare la qualità dell'aria compressa nell'industria farmaceutica e raggiungere i migliori livelli attualmente possibili. Stanno trasformando la produzione di aria compressa da un fattore di costo in una forma di efficienza dei costi, oltre a dare forma alla responsabilità aziendale – che include l'impatto ambientale.



Un'ampia gamma di tecnologie senza olio di CompAir fornisce aria compressa di altissima qualità per molte applicazioni diverse



S04 a S15D Scroll

	8 a 10 bar
	0,35 a 1,77 m ³ /min
	4 a 15 kW

compressori scroll senza olio al 100%, simplex o duplex, per una bassa richiesta d'aria



D15H(RS) a D37H

	5 a 10 bar
	0,32 a 5,86 m ³ /min
	15 a 37 kW

a vite monostadio, senza olio al 100%, a iniezione d'acqua compressori; velocità fissa o regolata



ULTIMA U75 a U160

	4 a 10 bar
	6,7 a 23,6 m ³ /min
	75 a 160 kW

compressori a vite a due stadi, senza olio; velocità fissa o regolata



D37(RS) a D160(RS)

	4 a 10 bar
	3,2 a 23,52 m ³ /min
	37 a 160 kW

compressori a vite a due stadi, senza olio; velocità fissa o regolata



DX200(RS) a DX355°(RS)

	7 a 10 bar
	11,6 a 53,3 m ³ /min
	200 a 355 kW

compressori a vite a due stadi, senza olio; velocità fissa o regolata

Per maggiori informazioni, cliccate qui:



Autore

Il Dr. David Bruchof ha studiato ingegneria meccanica all'Università RWTH di Aachen e poi ha conseguito il suo dottorato all'Università di Stoccarda. Dopo essere passato agli affari, ha ricoperto inizialmente varie posizioni nella ricerca e sviluppo e nella gestione dei prodotti alla Balcke-Dürr, un fornitore di scambiatori di calore e sistemi di pulizia dei gas di scarico per le centrali elettriche. Nel 2017, si è trasferito a Gardner Denver dove, come product manager per i compressori oil-free, è responsabile, tra l'altro, dello sviluppo di nuovi prodotti innovativi, come la serie di compressori ULTIMA.



Autore corrispondente

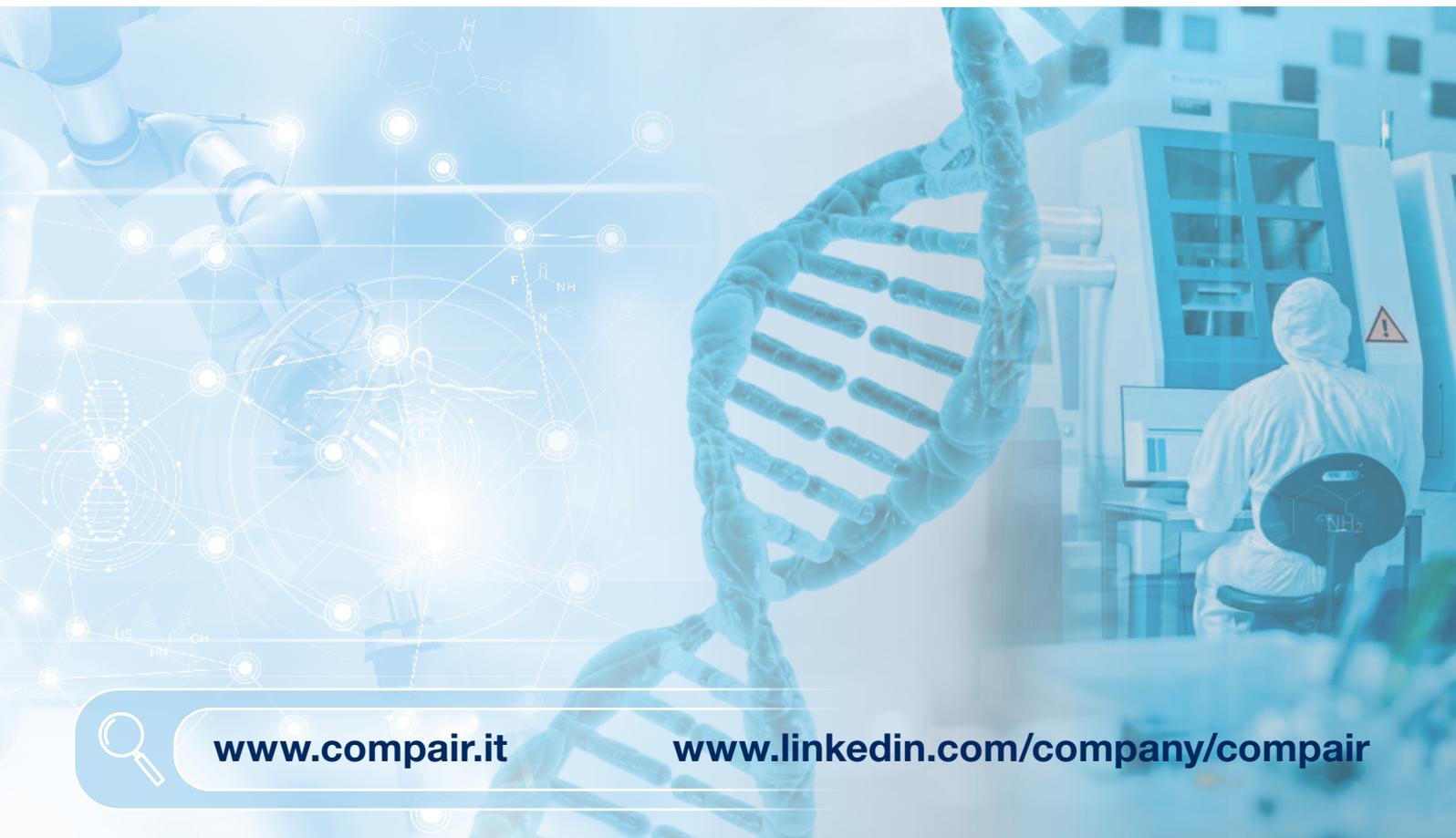
Dr. David Bruchof
Product Manager
Europe Oil Free
Screw Compressors

Indirizzo di corrispondenza

david.bruchof@irco.com
CompAir Drucklufttechnik
Argenthaler Straße 11
55469 Simmern
Germania

Editore

CompAir Drucklufttechnik
Gardner Denver Deutschland GmbH
Argenthaler Straße 11
55469 Simmern
Germania
www.compair.it



www.compair.it

www.linkedin.com/company/compair