

# Sistemi di vuoto per la produzione di lattine

***Daniel Hilfiker, CEO di Pneumofore, descrive diverse soluzioni di sistemi per vuoto e trend tecnologici***

**Articolo pubblicato in “CanTech International,, Vol 20 n. 2 - Ottobre 2012**

La produzione di lattine in due pezzi richiede competenze ingegneristiche di alto livello. Ed è per questo che, oltre alla velocità e alla qualità in continuo miglioramento, Pneumofore osserva da vicino il modo in cui grandi aziende del settore conducono, in diversi stabilimenti, test sull'applicazione delle più moderne tecnologie in varie fasi della produzione. È impressionante vedere come l'esperienza e le competenze degli ingegneri siano affinate quando si tratta di effettuare piccoli aggiustamenti in molte fasi della produzione al fine di ottimizzare la produttività.

In questo caso, però, ci occupiamo di una questione secondaria. I sistemi di vuoto costituiscono solamente una parte degli impianti, nonostante essi rappresentino una componente essenziale in termini di velocità e precisione. Oggi, visitando uno stabilimento di produzione di lattine in due pezzi in un qualsiasi angolo del mondo, è possibile riscontrare tre **tipologie di sistemi di vuoto**:

1. *Sistema di vuoto **centralizzato***
2. *Pompe per vuoto **separate***
3. *Una **combinazione** dei precedenti*

Solitamente, gli **impianti di nuova concezione** prediligono la prima soluzione. Ciononostante, non è raro trovare fabbriche all'avanguardia nelle quali non si è riusciti a dimensionare correttamente il proprio sistema di vuoto, indipendentemente dal tipo di tecnologia di vuoto adottata. Per raggiungere il grado di vuoto richiesto in diverse postazioni, infatti, è necessario provvedere all'installazione di ulteriori pompe, cosa che può essere ottenuta sia aumentando il numero di pompe nella stanza centrale di pompaggio sia impiegando pompe di piccole dimensioni, quasi portatili, installate esattamente dove ve ne è la necessità. Così la prima soluzione, inizialmente preventivata, si trasforma nel giro di appena pochi mesi dall'avvio della produzione nella soluzione numero tre.

L'installazione dei sistemi di vuoto, l'avvio della linea di produzione e i **primi anni di utilizzo** della stessa sono fasi gestite con grande attenzione. Ma quando gli ingegneri escono di scena, e tutto nella produzione deve funzionare in modo liscio e lineare, con alti livelli di output, quando ogni processo produttivo deve dare il massimo, ecco che sorgono nuovi problemi, come livelli di vuoto insufficienti o carenza di capacità di vuoto dovuta a cambiamenti climatici stagionali o perdita di efficienza da parte dei sistemi di vuoto.

La produzione continua 24/7 è una caratteristica tipica degli impianti operanti nell'assemblaggio di lattine, con necessità di personale decisamente ridotte rispetto ad altri settori industriali. L'aria evacuata risulta sufficientemente pulita, senza la presenza di contaminanti problematici che potrebbero danneggiare le pompe per vuoto. Inoltre, la capacità di vuoto è mantenuta costante. Non si tratta infatti di un processo di evacuazione ciclico, il quale è caratterizzato da criteri di progettazione differenti.

I sistemi di vuoto hanno alcune caratteristiche comuni con l'energia elettrica, il raffreddamento ad acqua e l'aria compressa. Tuttavia, di questi quattro sistemi, quello del **vuoto è il più complesso**: difficile sia dal punto di vista della progettazione sia per quanto riguarda la stima dei costi a lungo



**Figura n. 1** - Utilizzo del vuoto nella produzione di lattine  
Immagine gentilmente concessa da Rexam

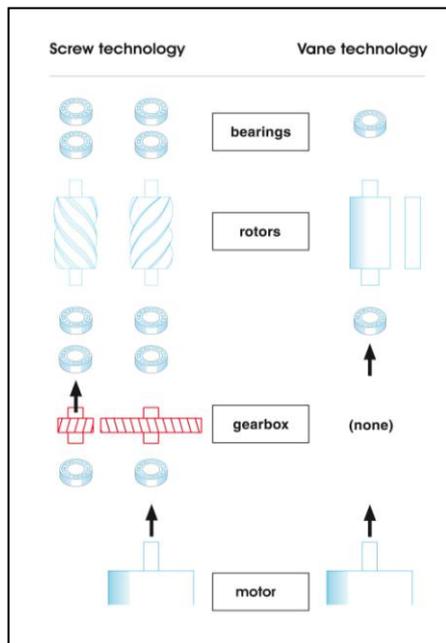
termine. Ciononostante, esso è mantenuto allo stesso livello degli altri, sebbene la fornitura di energia elettrica sia molto più semplice da quantificare e calcolare nonché, eventualmente, da adattare.

Per generare aria compressa e vuoto, è necessario installare apposite macchine vicino alla linea di produzione, al fine di evitare perdite di capacità e pressione. L'attività costante, ventiquattr'ore su ventiquattro, richiede apparecchiature affidabili. La produzione non può essere arrestata solamente per riparare una pompa per vuoto o un compressore.

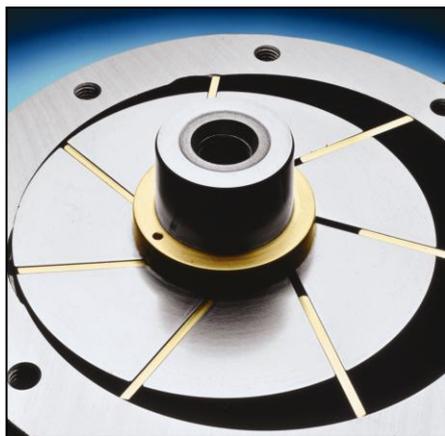
Alcuni tecnici di produzione si trovano ad affrontare situazioni di vuoto insufficiente, con le relative, e quasi tragiche, conseguenze. Grazie a queste esperienze, tuttavia, oggi sono tenute sempre pronte unità ausiliarie, in modo tale da non mettere mai a repentaglio la produzione. La costruzione e il funzionamento di molti stabilimenti per la produzione di lattine in tutto il mondo sono affidati a pochissimi ingegneri altamente qualificati, in possesso dell'esperienza necessaria a confrontare le varie configurazioni possibili di sistemi di vuoto e le performance a lungo termine delle varie tecnologie di vuoto. Questi **esperti sono alla continua ricerca di affidabilità, durata ed efficienza** per tutti gli impianti, comprese le soluzioni per il vuoto, poiché la linea di produzione presenta già di per sé un numero sufficiente di potenziali problemi. I sistemi di vuoto devono essere disponibili e adattabili quanto la fornitura di energia elettrica. In sostanza, essi devono rappresentare solamente un'altra forma di energia.

Dopo questa breve descrizione delle caratteristiche di produzione e di progettazione dei sistemi di vuoto, passiamo a occuparci delle possibili **tecnologie di vuoto**. Il primo elemento da considerare è che una pompa per vuoto non ha grande utilità se il sistema di condutture non è calcolato e dimensionato a dovere, con sufficienti margini di sicurezza. Il vuoto non è l'opposto dell'aria compressa. La progettazione dei sistemi richiede una particolare competenza e non può essere ridotta a un numero riconducibile alla potenza nominale installata o alla capacità teorica delle macchine. In media, una moderna linea di produzione per lattine implica l'installazione di un sistema di vuoto dalla potenza nominale di 250 kW. I costi per il consumo energetico sono facilmente determinabili, cosa che non può tuttavia essere detta dei costi di manutenzione ordinaria, riparazione e revisione a lungo termine, che devono essere sommati **al costo del ciclo di vita** per cinque o più anni. Questa è la vera spesa necessaria per mantenere in funzione un sistema di vuoto ed è il primo criterio nella progettazione di pompe per vuoto specializzate.

Essenzialmente, possiamo distinguere tra **tecnologia a pistone, a palette, a vite e ad anello liquido**. Solamente le pompe a palette e a vite possono essere raffreddate ad aria. Le pompe a pistone sono multistadio e presentano un raffreddamento intermedio, mentre le pompe ad anello liquido dipendono fortemente dall'acqua per il loro funzionamento. Gli ingegneri specializzati in sistemi di vuoto conoscono bene quali sono i vari problemi presentati dalle diverse tecnologie e, pertanto, i costi. Sebbene le affidabili e durevoli pompe a pistone multistadio stiano scomparendo dal mercato a causa delle loro dimensioni e delle difficoltà di riparazione, le altre tre tipologie sono interessanti da paragonare. È importante precisare che produttori diversi rispondono a criteri di progettazione diversi. Ciononostante, difficilmente i produttori di pompe a vite hanno iniziato la propria carriera con macchine per vuoto, la stragrande maggioranza delle pompe a vite, infatti, deriva dai compressori a vite.



**Figura n. 2** - Confronto tra struttura a vite e struttura a palette



**Figura n. 3** - Sezione rotore a palette

Le **pompe a vite** sono caratterizzate da prezzi decisamente vantaggiosi, tuttavia le loro prestazioni peggiorano con l'andare del tempo. Le due viti del blocco cilindro non presentano tenuta attiva tra le camere di compressione e richiedono una **manutenzione frequente**, senza contare che il blocco cilindro della vite deve essere revisionato dopo circa 25.000 ore di funzionamento. La presenza di una pompa di lubrificazione su tutte le pompe per vuoto a vite, poi, è la dimostrazione di come il potenziale di aspirazione interno della pompa non sia utilizzato per una lubrificazione e un raffreddamento semplici e affidabili. Il **risparmio iniziale** sul prezzo, dunque, tende presto a svanire. Alta velocità di rotazione, fino a 6.000 giri al minuto, una scatola ingranaggio con funzione di trasmissione e sei cuscinetti nel blocco cilindro della vite sono la norma. Infine, le pompe per vuoto a vite si basano su una tecnologia che ha appena pochi decenni e non è affatto raro che chi ha optato per questo genere di soluzione si trovi a pentirsi nel lungo periodo.

Le **pompe a palette** possono non superare pochi kW, tuttavia in questo articolo faremo riferimento a quelle ad alta capacità, con un flusso di diverse migliaia di  $m^3/h$ . Le tenute attive assieme alle palette non consumabili in metallo sono garanzia di elevata efficienza nel tempo. Curiosamente, proprio come le pompe a pistone, questo genere di soluzione tende ad aumentare la propria capacità con l'utilizzo, dal momento che le parti in contatto (palette e alloggiamento) si adattano le une alle altre, incrementando la propria tenuta. Una caratteristica che è l'esatto opposto delle pompe a vite precedentemente citate. Le pompe a palette sono inoltre installabili sotto forma di molteplici esemplari di piccole dimensioni, anche se questo tipo di soluzione è adottata solamente in caso di errori di calcolo o considerevoli variazioni nelle necessità di vuoto in talune fasi della produzione. La nostra attenzione si sta oggi spostando sulle pompe rotative a palette, che possono vantare un **accoppiamento diretto**, solamente due cuscinetti a rulli di

maggiori dimensioni e basse temperature di funzionamento, con la possibilità, per i climi più caldi, di inserire un raffreddamento ad aria maggiorato. Gli **ultimi risultati** di ricerca nel campo delle pompe rotative a palette offrono inoltre la possibilità di variatori di frequenza, caratteristica che permette di mantenere costanti i livelli di vuoto a dei valori prefissati, ottimizzando il consumo di energia. Ovviamente, in questa sede parliamo di pompe a palette senza consumabili, per le quali il lubrificante, la separazione e i filtri dell'olio così come le cartucce di aspirazione sono le sole parti che devono essere sostituite. Le operazioni di servizio devono essere eseguite il più raramente possibile. Il rovescio della medaglia per quanto riguarda le pompe a palette è il prezzo di vendita, nettamente superiore a quello delle pompe a vite.

Le **pompe ad anello liquido** possono funzionare per anni senza presentare il minimo problema. L'unica nota dolente è costituita dal dispendio energetico. La tenuta è assicurata tramite un anello d'acqua, che causa frizione e un elevato consumo di energia. La cosa importante da ricordare, tuttavia, è che una pompa ad anello liquido, da sola, non funziona. Essa, infatti, necessita di un circuito di raffreddamento ad acqua con pompe dell'acqua e torri di raffreddamento nonché di integrazione e preparazione dell'acqua. Dal momento che la **temperatura dell'acqua di raffreddamento** è fondamentale per le prestazioni delle pompe ad anello liquido, specialmente nei Paesi caratterizzati da un clima tropicale, il sistema di raffreddamento ad acqua è integrato da alcuni raffreddatori. I costi di acquisto iniziale, pertanto, aumentano, comprendendo anche quelli per le condotte dell'acqua. Anche i costi operativi sono considerevoli, dato che i componenti del sistema di vuoto contribuiscono pesantemente al loro aumento. I costi operativi sono tali che la remunerazione

del capitale investito (ROI) media a seguito della sostituzione di questo tipo di impianti con pompe più moderne è spesso inferiore ai 18 mesi.

Recentemente, ho avuto modo di incontrare un manager energetico di un importante Gruppo che si occupa della produzione di lattine il quale ha realizzato un'analisi molto esaustiva delle diverse macchine impiegate presso i vari stabilimenti.

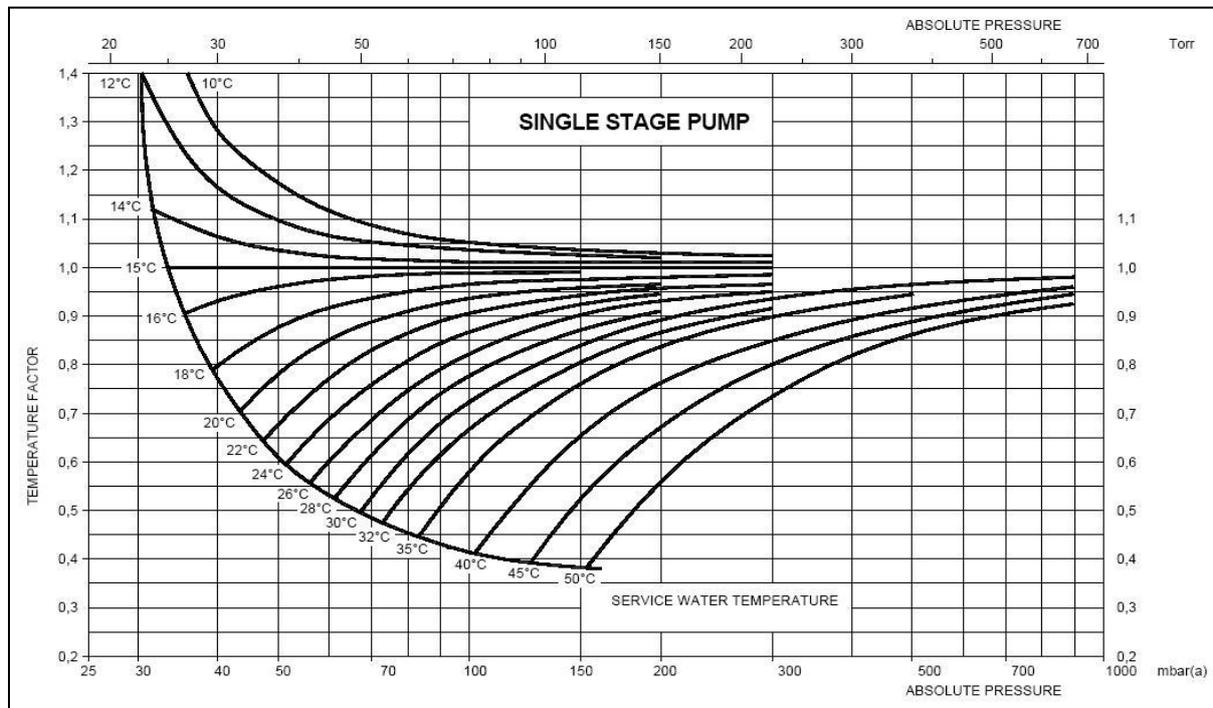


Figura n. 4 - Fattore di efficienza per le pompe ad anello liquido rispetto alla temperatura dell'acqua

“Attualmente, non possiamo permetterci di discriminare alcuna tecnologia, tuttavia i dati relativi ai costi di manutenzione, consumo di energia e riparazione, così come quelli relativi ai costi di revisione, parlano chiaro. La scelta del giusto sistema di vuoto non è sufficiente e i vari marchi offrono soluzioni differenti. La chiave per il successo è la **competenza del fornitore**, soprattutto per quanto riguarda la progettazione del sistema di vuoto, tenendo in considerazione che il dimensionamento del sistema di condutture è parte integrante dell'offerta solamente nel caso dei produttori più affermati”. La prospettiva adottata nella presente analisi è quella a 10 anni. Qualsiasi considerazione su un tempo inferiore non è allineata ai tempi di uno stabilimento di produzione di lattine.

### Notizie sull'autore

Daniel Hilfiker fa parte della terza generazione di ingegneri svizzeri alla guida di Pneumofore, il più antico produttore di pompe rotative e compressori che presto festeggerà i propri 90 anni. L'ingegnere pone particolare attenzione alle attività di R&S, e questo per via del proprio impegno nella riduzione dell'impatto ambientale e, di conseguenza, dei costi operativi. Daniel Hilfiker partecipa regolarmente a varie conferenze di settore, apprezzando ogni volta le competenze ingegneristiche dei partecipanti. Le teorie e i prodotti per vuoto da lui sviluppati sono impiegati anche in campo aerospaziale nonché in medicina, nei processi di essiccazione, nel settore petrolchimico e in altri campi. Pneumofore non partecipa alla gara dei prezzi di acquisto, preferendo basare la propria strategia di vendita sui calcoli in materia di remunerazione del capitale investito (ROI) a seguito della sostituzione di pompe per vuoto e compressori d'aria basati su altre tecnologie e di altre aziende produttrici. Vanto dell'azienda è la più grande pompa per vuoto rotativa a palette monostadio con raffreddamento ad aria denominata UV50, che presenta alcune importanti caratteristiche come la velocità variabile o il raffreddamento ausiliario per climi caldi che superano i 50° C. Un genere di pompe impiegato in tutto il mondo e famoso per i bassi costi del ciclo di vita.

Tradotto dall'inglese dallo Studio Melchior, Torino