

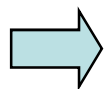
Efficientamento energetico di sistemi di compressione aria

- **Introduzione – Esempi di Applicazioni nell’Industria**
- **Il sistema Aria Compressa**
 - Lato produzione
 - Lato utilizzo
- **Energia per Aria Compressa**
- **Perdite e Risparmi Potenziali**

Introduzione

L'aria compressa è aria atmosferica compressa ad **alta pressione**. Immagazzina energia convertibile in lavoro.

Tutti i componenti dell'aria circostante, quali **inquinanti, polvere e umidità**, verranno ritrovati nell'aria compressa, **più concentrati** poiché sono compressi in uno spazio più ristretto.



Il trattamento dell'aria compressa è necessario in funzione delle esigenze del processo.



Esempi di applicazioni nell'industria

Imbottigliamento birra



Aria usata per Controllo e Trasporto

Produzione bottiglie PET



Aria a 40 bar usata per Produzione Bottiglie

Esempi di applicazioni nell'industria

Verniciatura



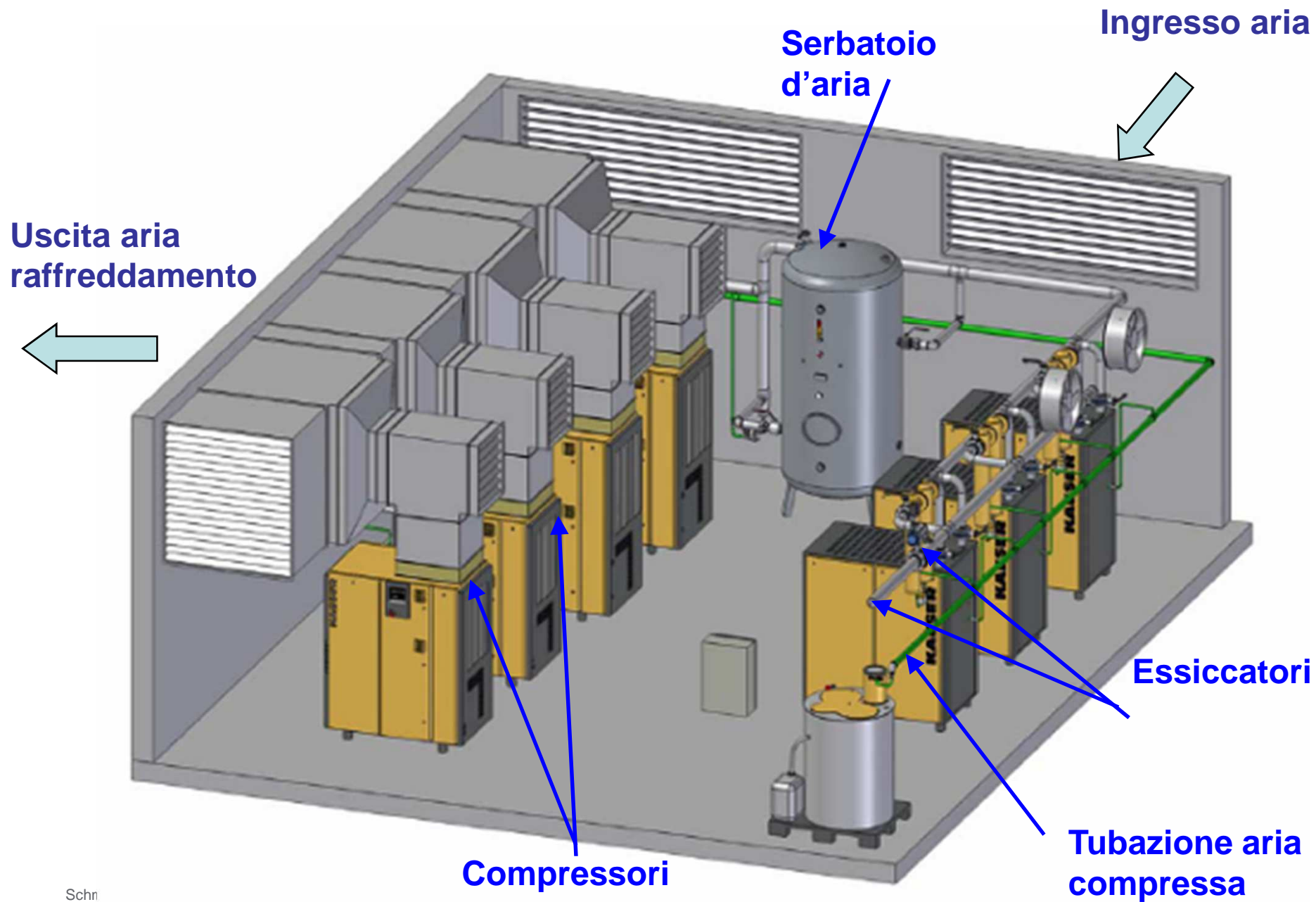
Trattamento Acque Reflue



Applicazione: Aerare le vasche di ossidazione

- **Introduzione – Esempi di Applicazioni nell’Industria**
- **Il sistema Aria Compressa**
 - **Lato produzione**
 - **Lato utilizzo**
- **Energia per Aria Compressa**
- **Perdite e Risparmi Potenziali**

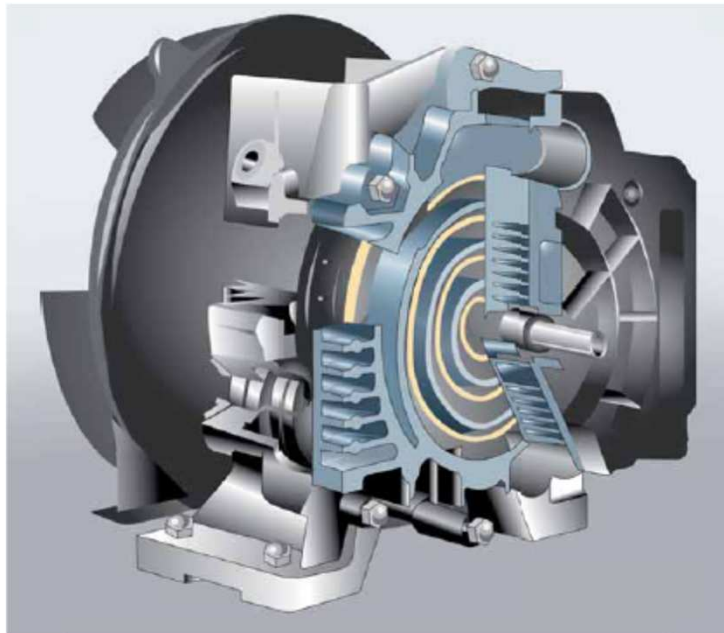
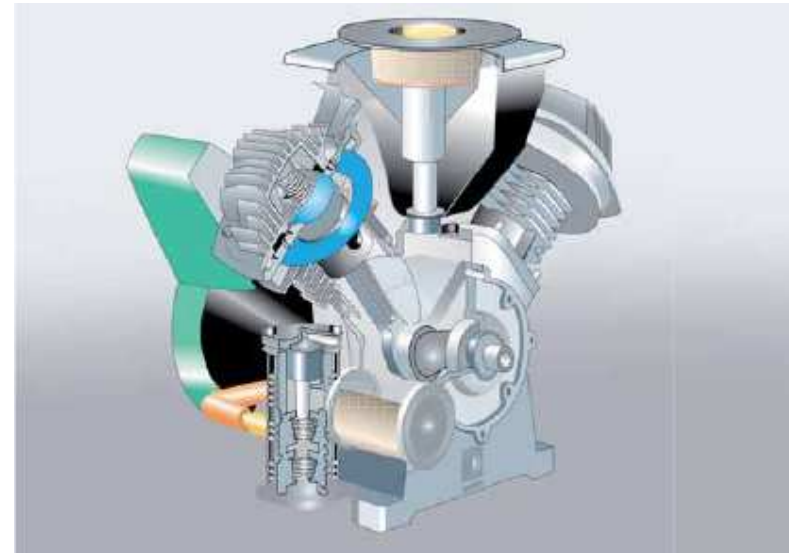
Lato produzione



Lato produzione: Compressori volumetrici

Tipologie principali :

- **compressori alternativi (pistoni)**
- **compressori rotativi**
 - a vite**
 - Scroll**



Lato produzione: Compressori dinamici (turbo)

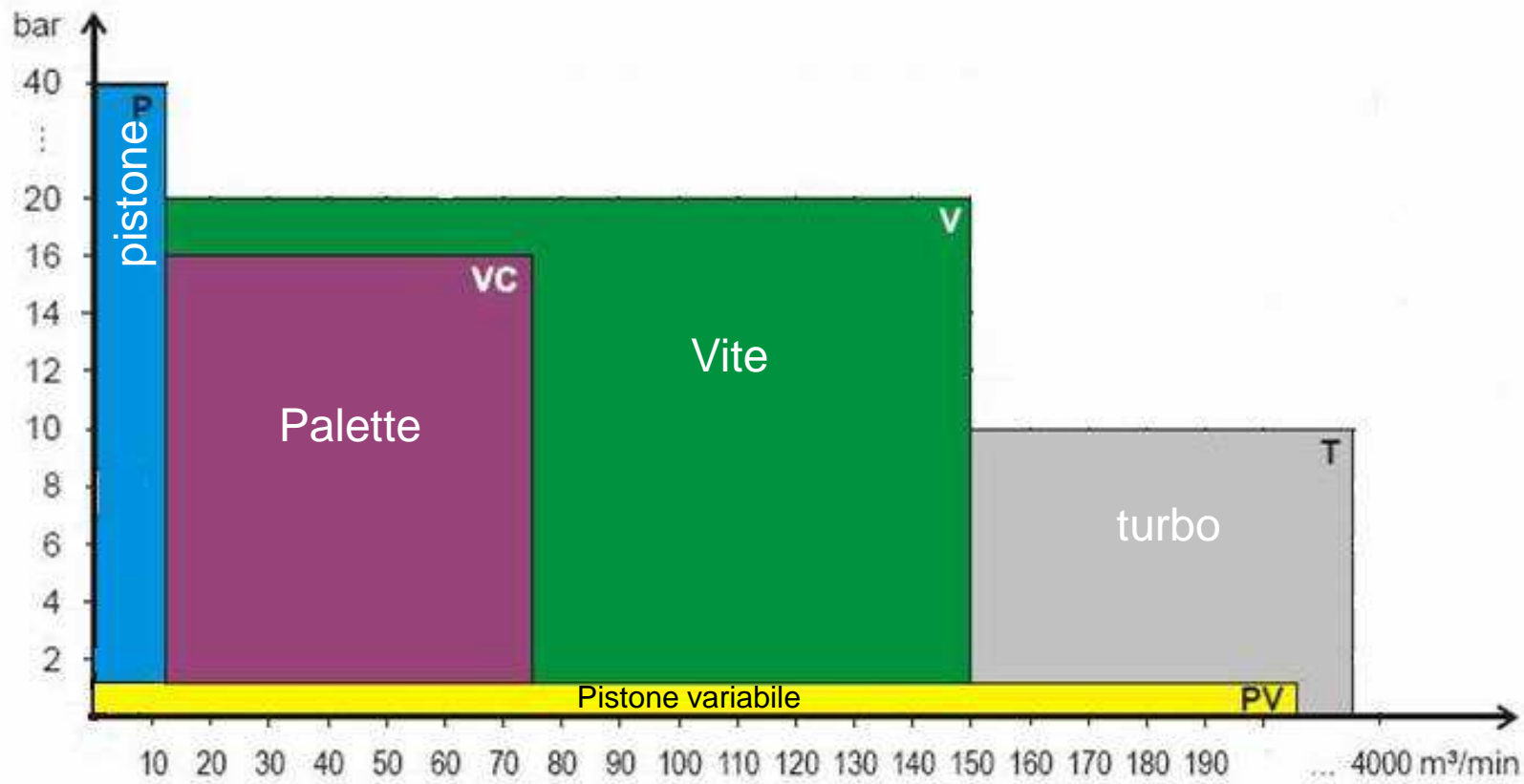
Tipologie principali :

- **compressori centrifughi**
- **compressori assiali**



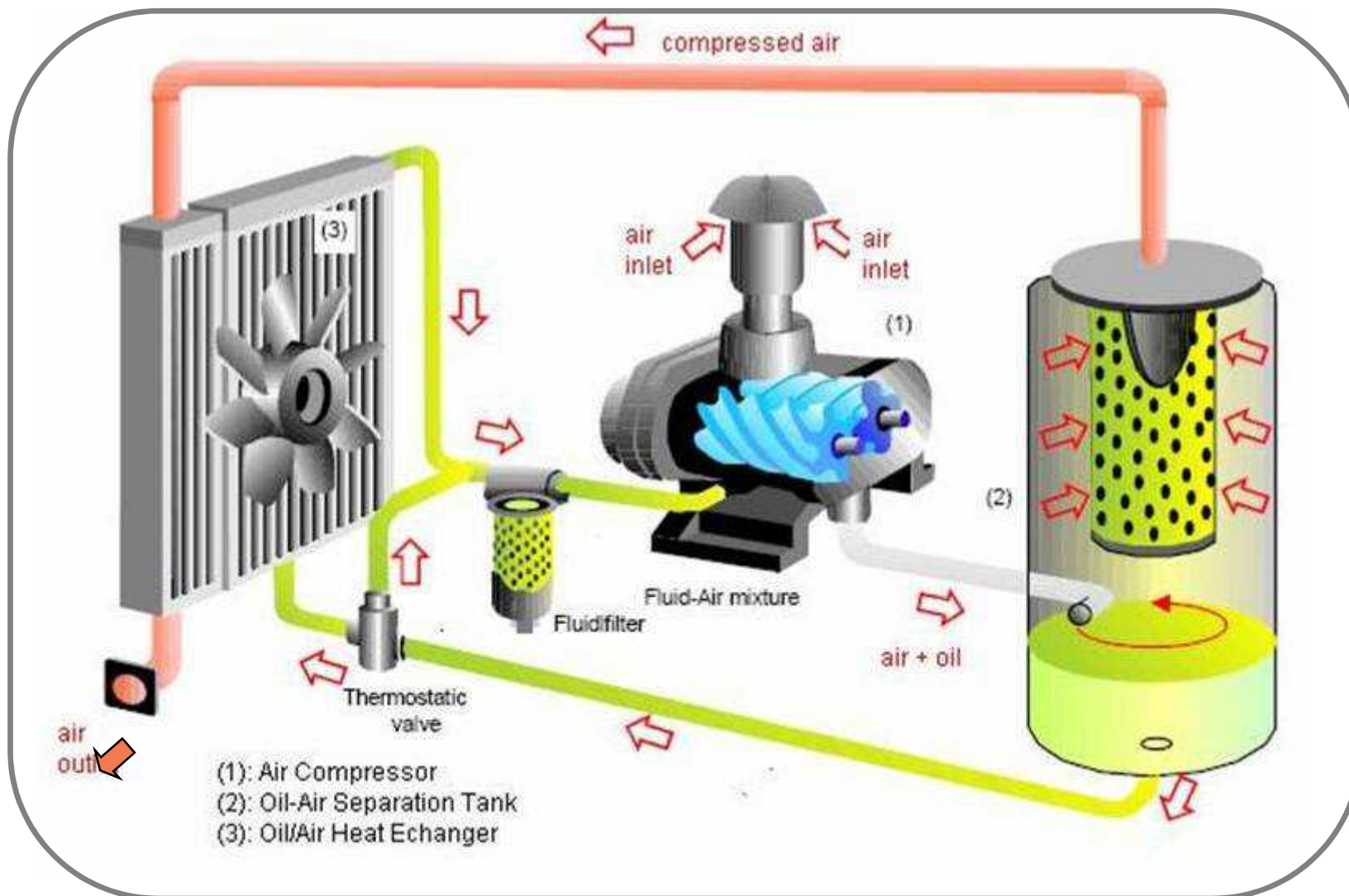
Lato produzione: Compressori

Capacità di Produzione & Pressione Aria vs. Tipi di Compressore



➔ I compressori a vite sono usati frequentemente per pressioni basse e medie.

Lato produzione: Compressori



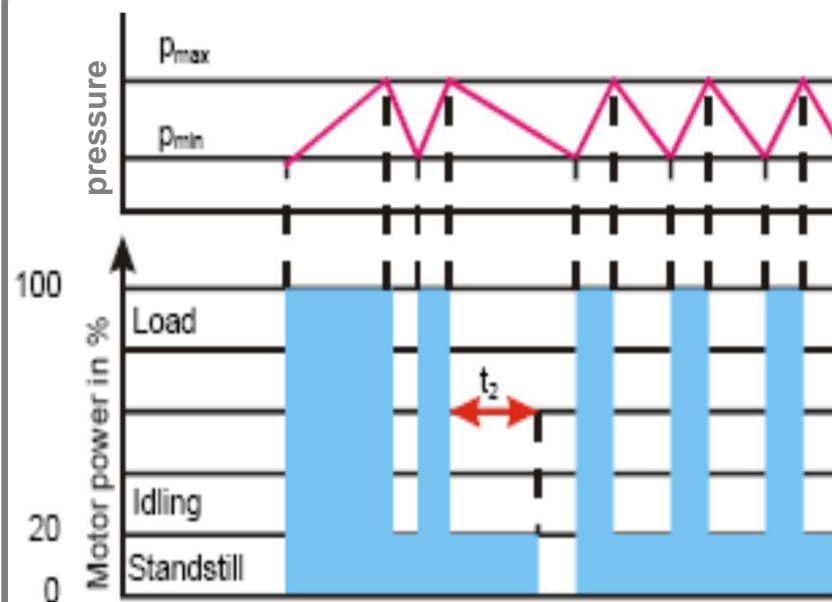
Lato produzione: Controllo dei Compressori

3 sistemi di
regolazione
principali:

1. **Marcia – Arresto (per potenze < 10 kW)**
2. **Marcia a carico - Marcia a vuoto - Arresto (per potenze > 10 kW)**
3. **Controllo della velocità del compressore con variatore di velocità**

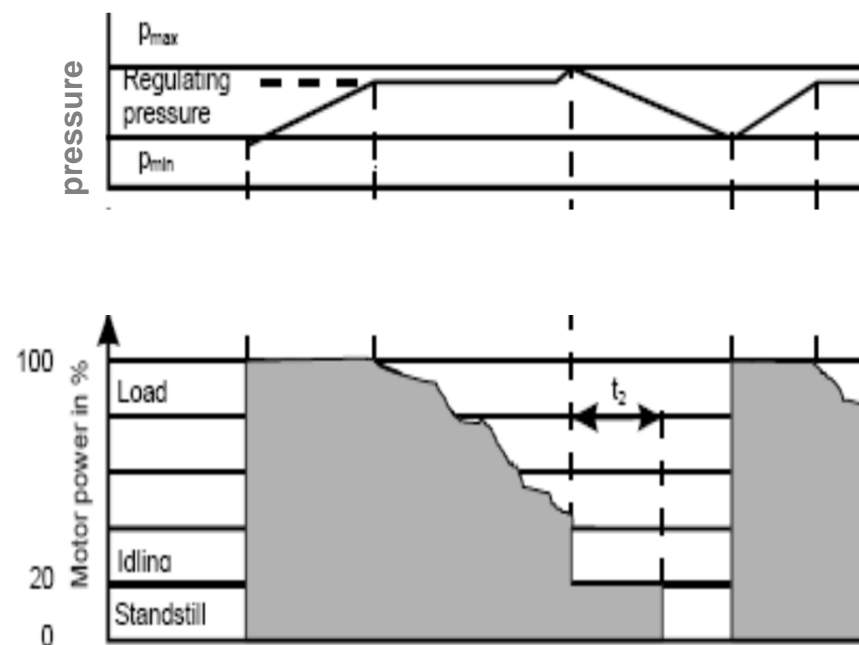
Lato produzione: Controllo dei Compressori

Controllo Carico/Vuoto

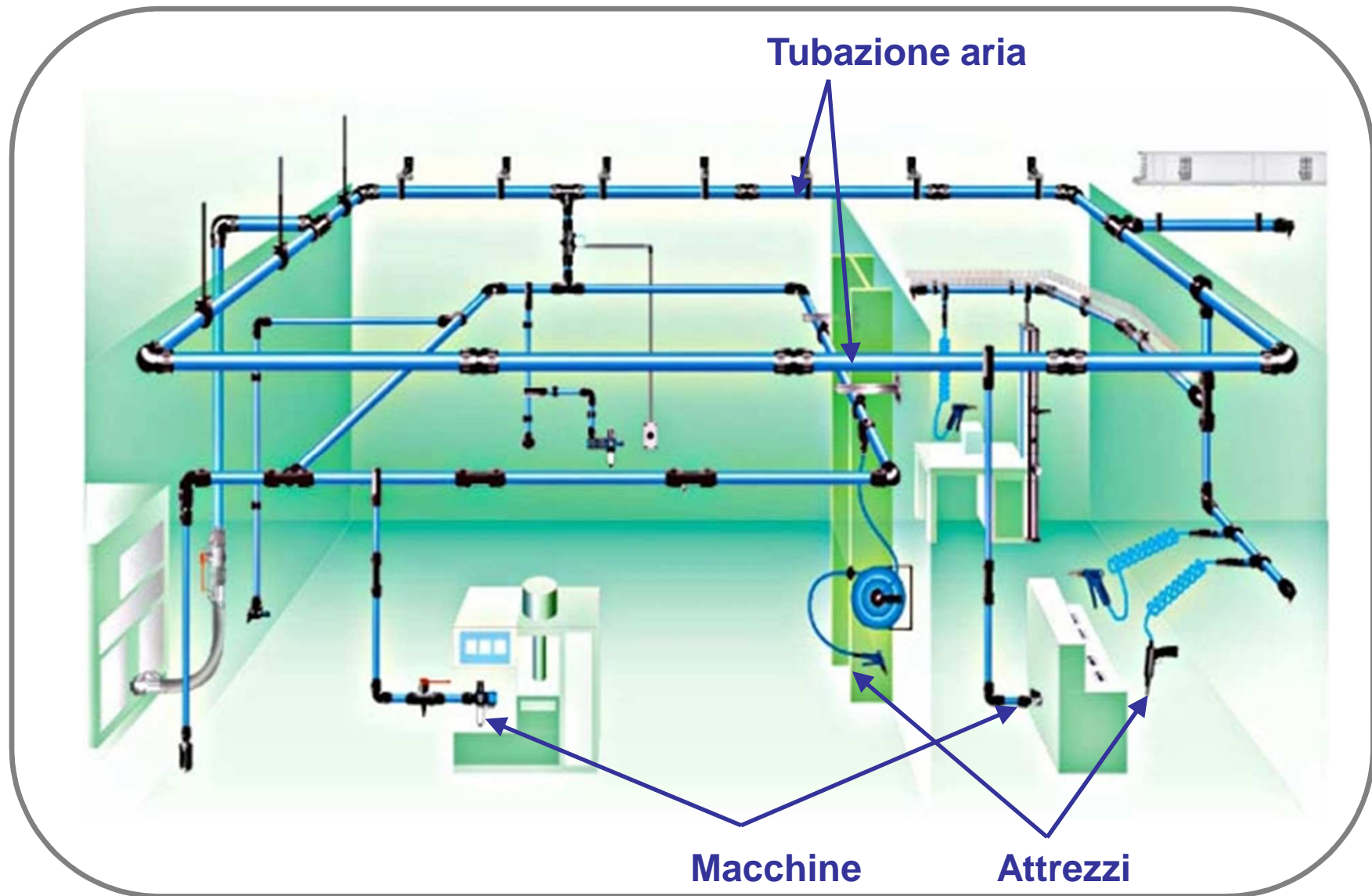


$$\text{unloading rate} = \frac{(\text{total_time} - \text{loading_time})}{\text{total_time}}$$

Controllo con VSD

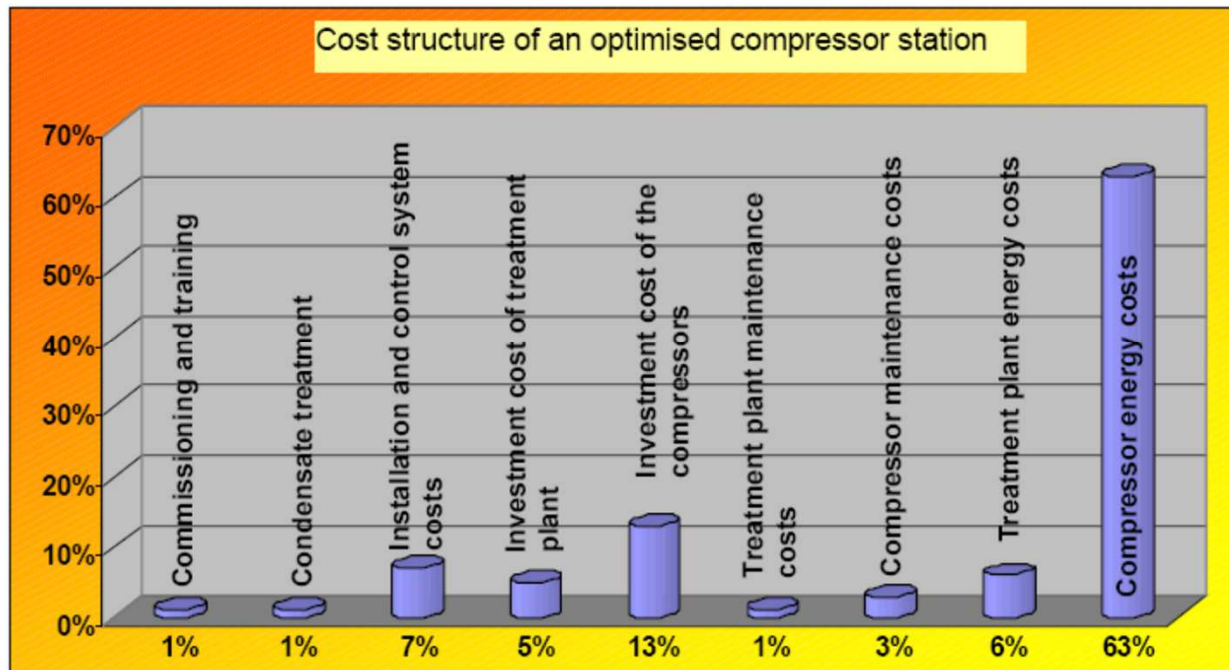
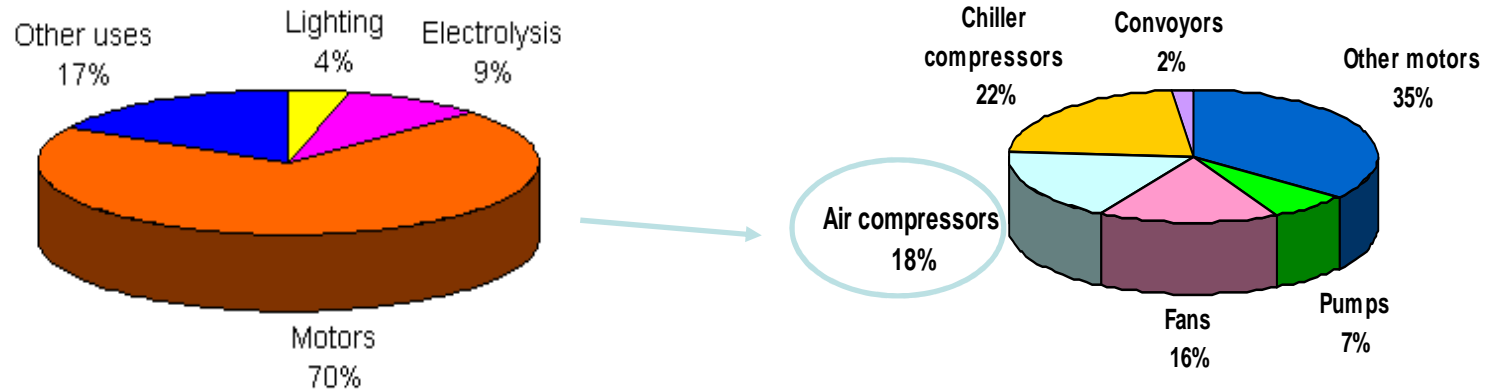


Lato Utilizzo



- **Introduzione – Esempi di Applicazioni nell’Industria**
- **Il sistema Aria Compressa**
 - ⊙ Lato produzione
 - ⊙ Lato utilizzo
- **Energia per Aria Compressa**
- **Perdite e Risparmi Potenziali**

Energia per Aria Compressa

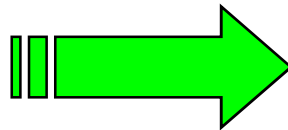


- **Introduzione – Esempi di Applicazioni nell’Industria**
- **Il sistema Aria Compressa**
 - ⊙ Lato produzione
 - ⊙ Lato utilizzo
- **Energia per Aria Compressa**
- **Perdite e Risparmi Potenziali**

Potenziali di Risparmio Energetico



5 perdite
principali

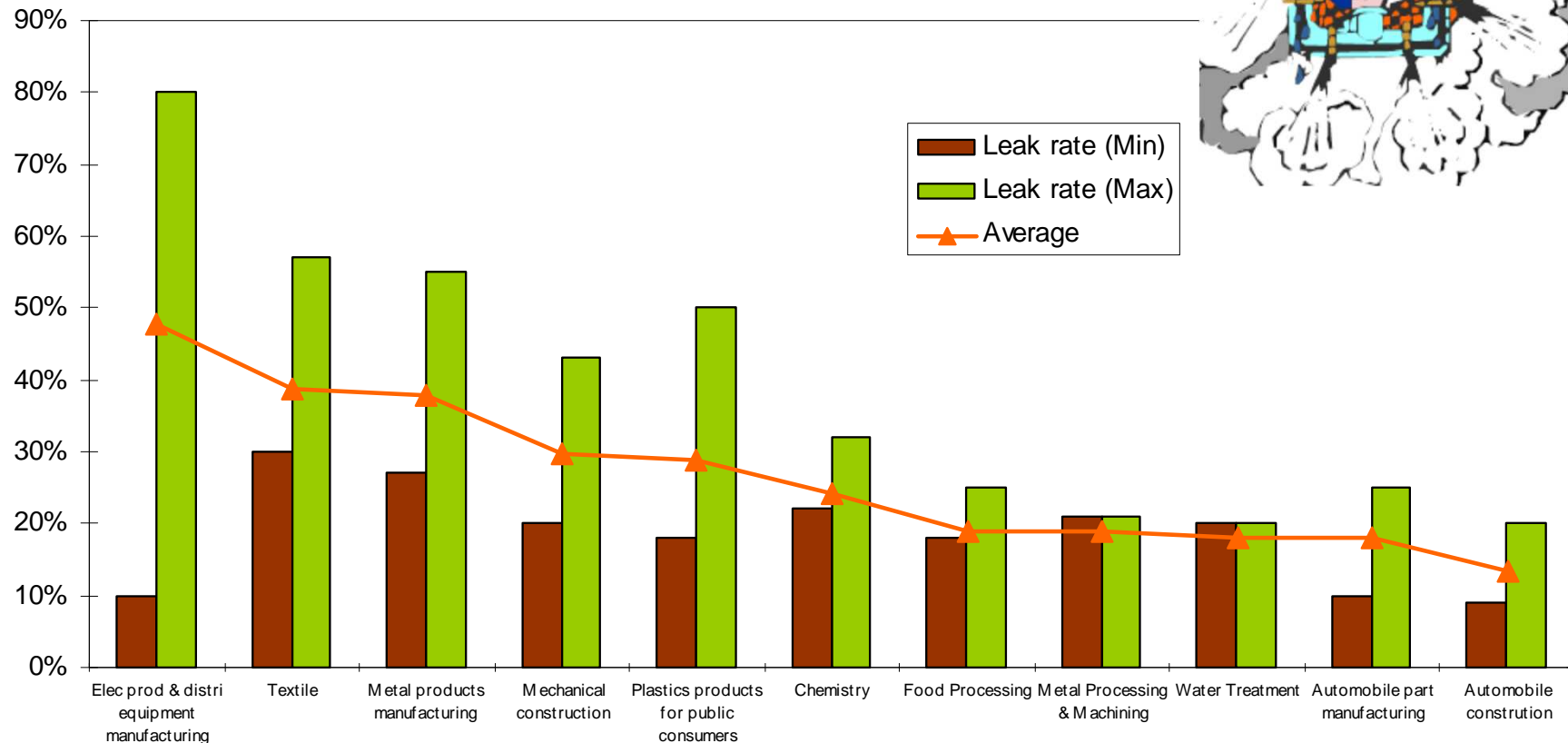
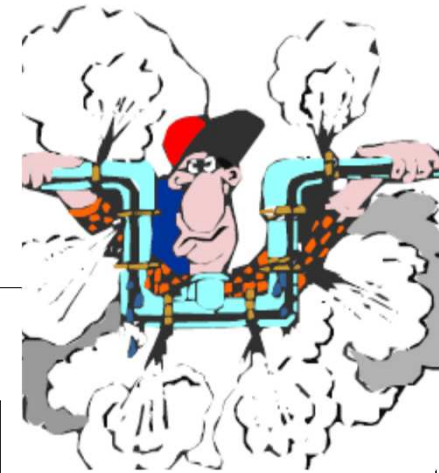


5 risparmi
principali

Perdita N°1: Fughe di aria

Le fughe possono rappresentare **dal 25 al 50%** della produzione totale.

Il tasso di perdite è molto differenziato per impianto o per tipo di industria.



Fonte: Energie Schweiz – Measurement campagne 2004

Perdita N°1: Fughe di aria

Le aree più comuni in cui si rilevano fughe:

- Giunti, tubi flessibili, tubi e raccordi
- Regolatori di pressione
- Scaricatori di condensa e valvole di chiusura aperti
- Materiali di tenuta dei filetti

Hole diameter and corresponding size	Air consumption at 6 bar (g) m ³ /min	Loss/cost	
		kW	€*)
● 1 mm	0.065	0.47	412
● 2 mm	0.257	1.85	1,620
● 4 mm	1.03	7.42	6,500
● 6 mm	2.31	16.66	14,594

Table 5-1: Power loss and cost of leakage

* Power cost: €0.10 kWh
Working hours: 8,760 /year



Soluzione N°1 : Rilevamento e Riparazione fughe

1° Step: Campagna di rilevamento fughe

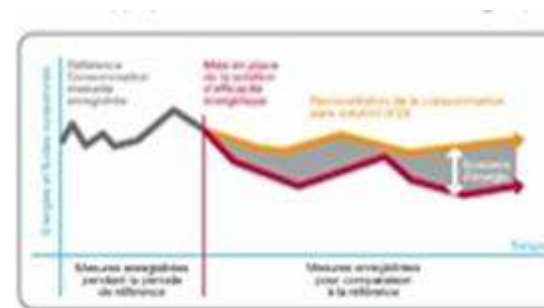
- **Fuga udibile:** Può essere facilmente rilevata dall'orecchio umano
→ La campagna dovrebbe essere fatta durante periodi di fermo produzione senza rumori di processo
- **Fuga non udibile:** Può essere rilevata da rilevatore ultrasonico
→ Può essere fatta anche con il processo funzionante

2° Step: Sistemare le fughe

- Serrare connessioni e raccordi. Sostituire gli apparecchi guasti
- Isolare le apparecchiature non-operative
- Abbassare la pressione dell'aria

3° Step: Stabilire un Programma di Rilevamento Fughe

- **Modo più semplice:** Verificare le fughe e riparare le fughe trovate regolarmente (ogni anno)
- **Modo efficiente:**
 - Stabilire il riferimento del tasso di perdite
 - Monitorare il tasso di perdite
 - Fare azioni correttive e preventive
 - Stimare i risparmi ottenuti



Perdita N°2: Pressione troppo alta

Pressione di fornitura =

= Pressione richiesta dagli utilizzatori + Caduta di pressione

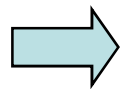
Caduta di pressione per elemento per un sistema ben progettato

1. Main feed line	}	0.1 bar
2. Distribution main		
3. Consumer feed lines		
4. Refrigeration dryer		0.2 bar
5. Filter/regulator/lubricator units and hoses		<u>0.5 bar</u>
Total		0.8 bar
Ideal switching differential		0.2 bar
Totale		1 bar



Fig. 5-3: Pressure drop in a system

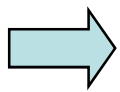
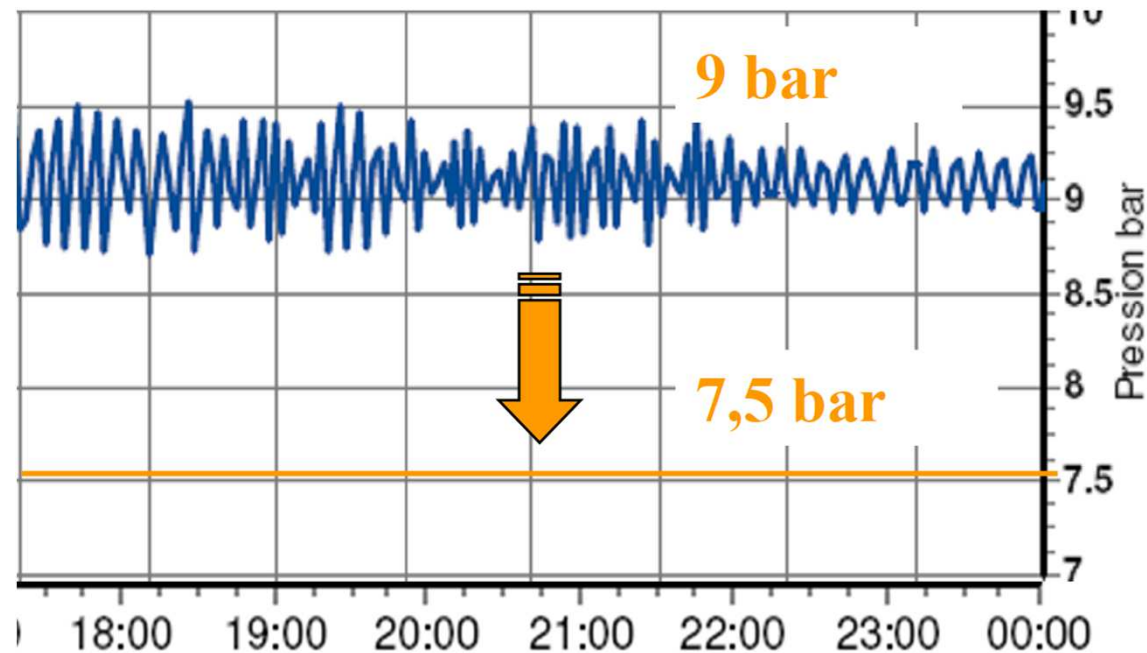
Fonte: KAESER for a well-designed system



Una pressione più alta delle necessità dell'utenza non fa lavorare gli attrezzi più velocemente, ma crea perdite inutili.

Soluzione N°2: Ridurre i settaggi di pressione

1 bar di pressione in meno = **6%** di risparmio energetico



Ridurre il setpoint di pressione da 9 bar a 7,5 bar = **9%** di risparmio energetico

Perdita N°3: Tasso a vuoto troppo alto

Compressore Carico/Vuoto :

Carico → Portata = 100% ; Potenza = 100%

Vuoto → Portata = 0 ; Potenza ≈ 30%

Il tasso a vuoto è uno dei principali criteri per valutare l'efficacia di utilizzo del compressore

$$\text{unloading rate} = \frac{(\text{total time} - \text{loading time})}{\text{total time}}$$

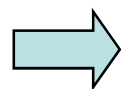
I nostri valori di benchmarking:

Alta Efficienza: Tasso a vuoto < 20%

Efficienza Media: 50% > Tasso a vuoto > 20%

Bassa Efficienza: 70% > Tasso a vuoto > 50%

Bassissima Efficienza: Tasso a vuoto > 70%

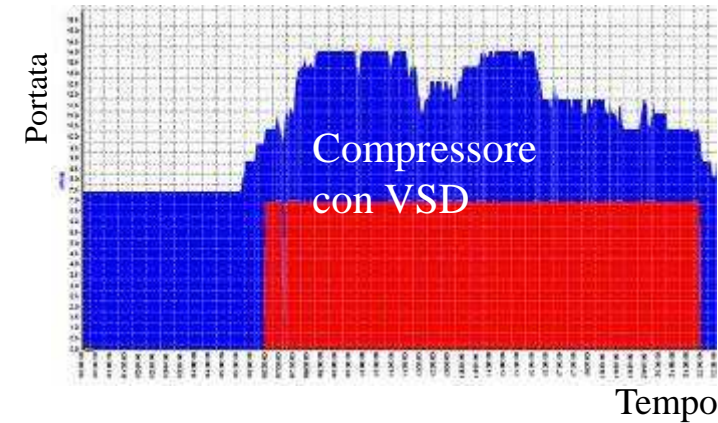


Un tasso a vuoto importante significa che il compressore funziona spesso al di sotto della sua piena capacità

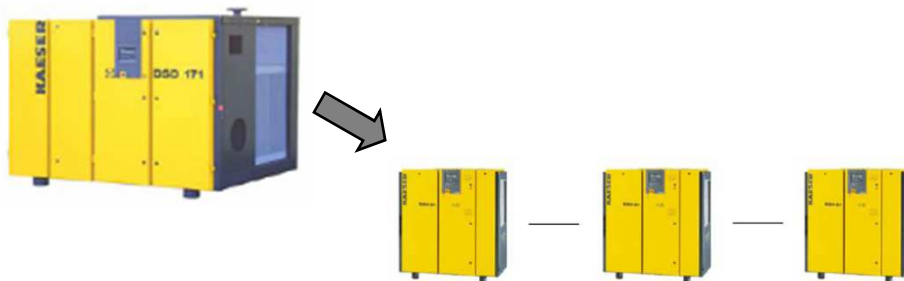
Soluzione N°3: Ridurre il tasso a vuoto

Possibili soluzioni:

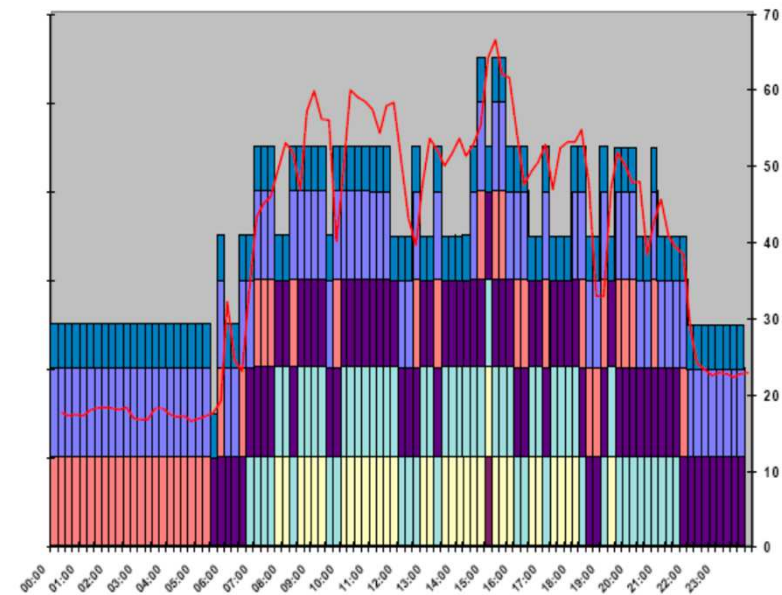
1. Usare un compressore con variatore di velocità



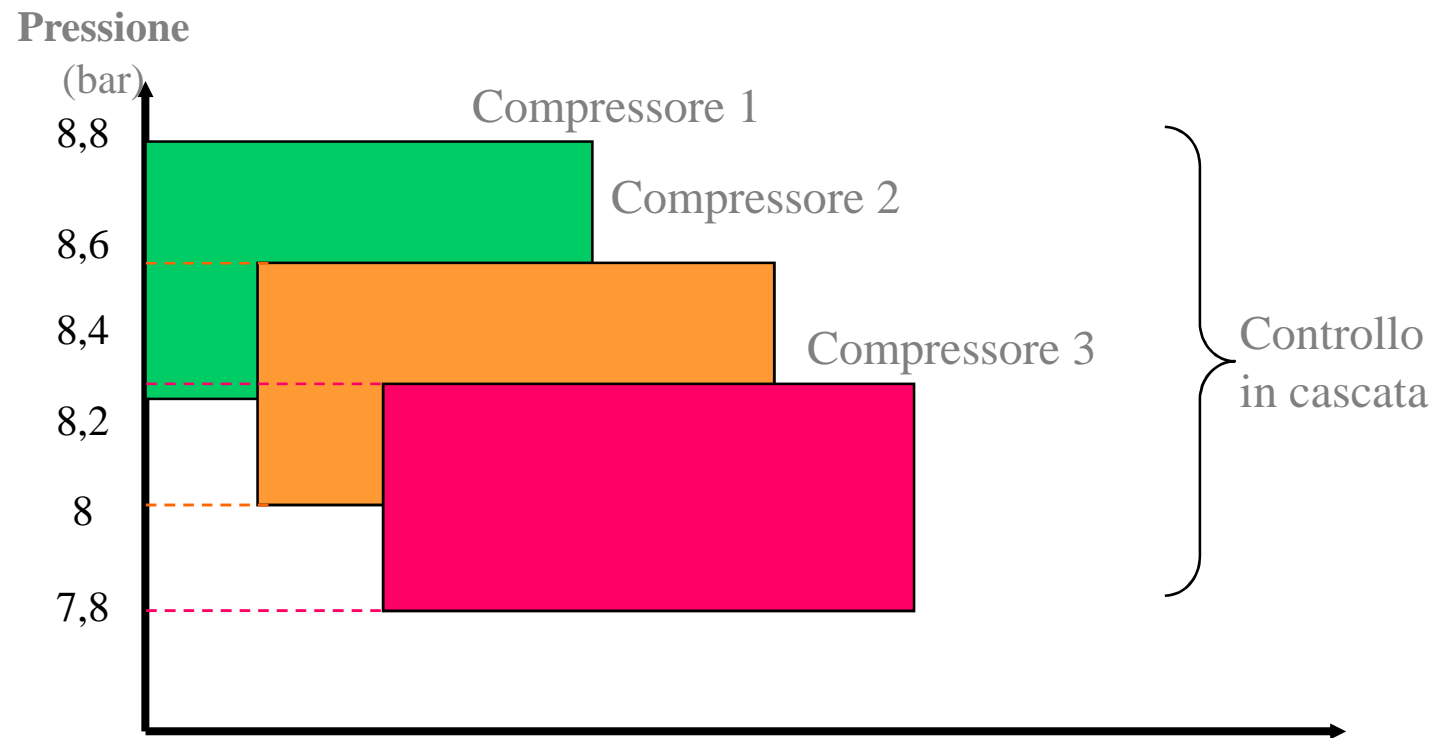
2. Usare compressore(i) più piccoli



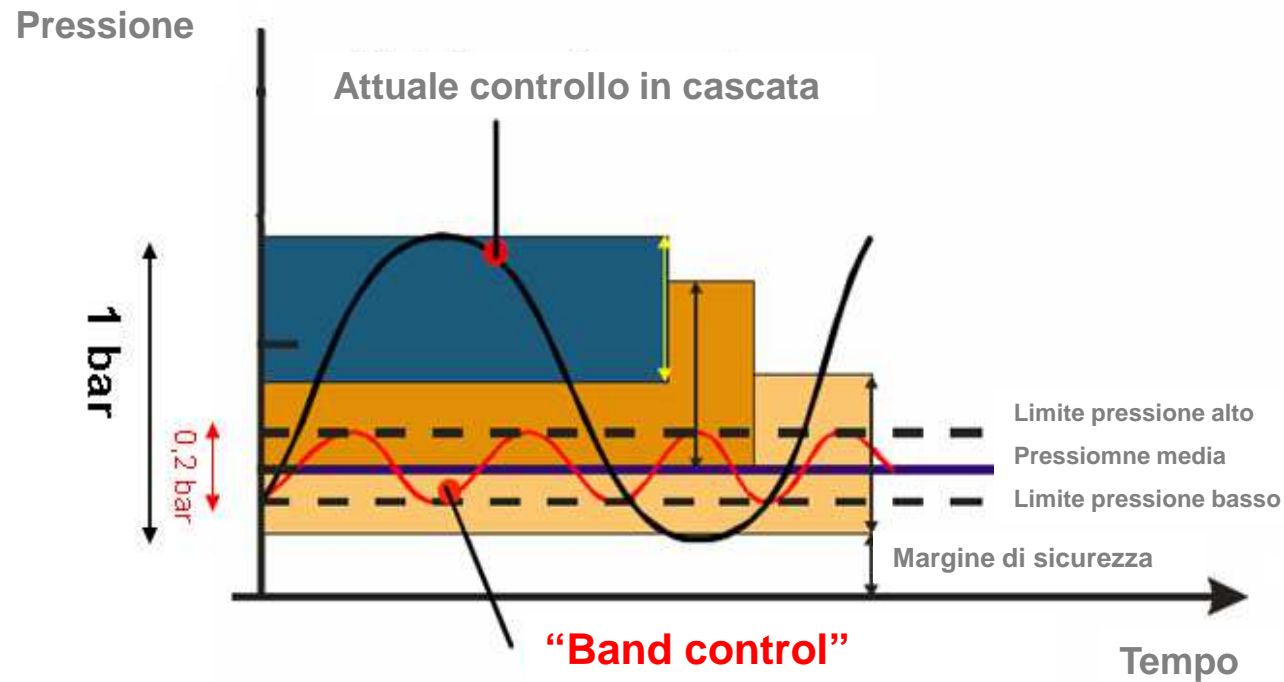
3. Migliorare il controllo multi-compressore



Perdita N°4: Range regolaz. press. troppo ampio



Soluzione N°4: Ridurre il range di regolazione



➔ Il range di pressione potrebbe essere ridotto a **0,2 bar**

Perdita N° 5: Perdita di calore

I sistemi ad aria compressa hanno un'efficienza energetica molto bassa. Circa il 94% dell'energia elettrica viene perso sotto forma di calore.

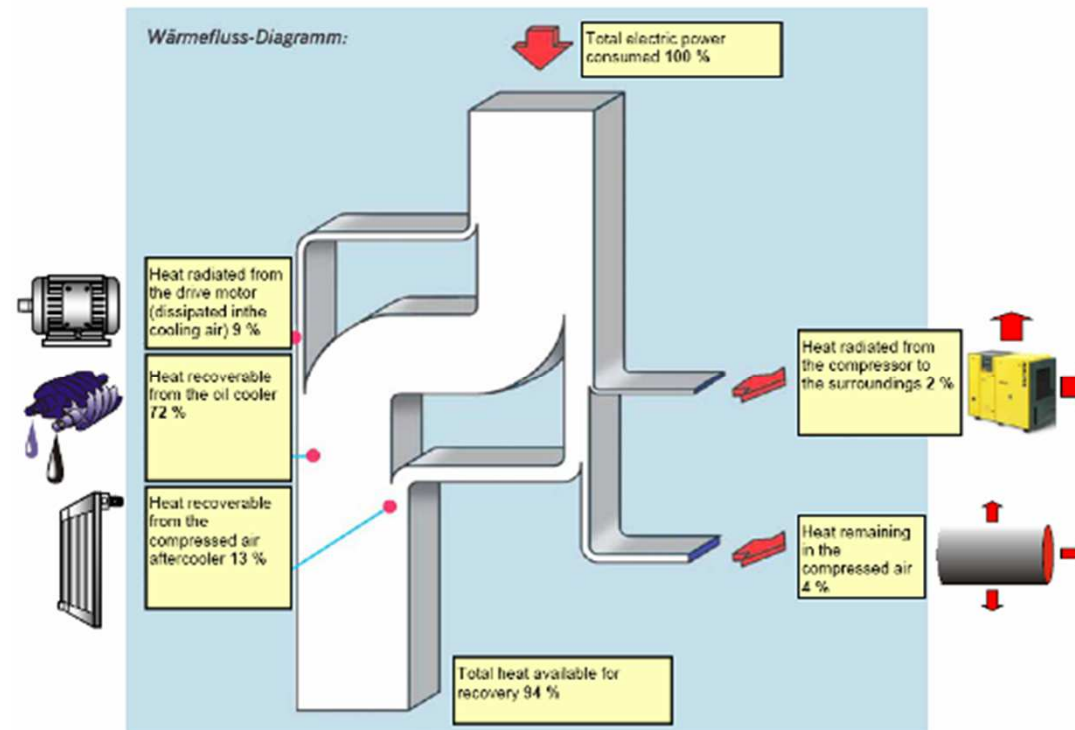


Fig. 7-2: Heat flow diagram

Il calore può venire recuperato da:

- **Olio Lubrificante:** caso di Compressore Lubrificato con Olio
- **Aria di Raffreddamento:** caso di Compressore Raffreddato ad Aria
- **Acqua di Raffreddamento:** caso di Compressore Raffreddato ad Acqua

Soluzione N°5: Recupero di calore

Esempio di recupero: riscaldamento di magazzino, o di acqua sanitaria

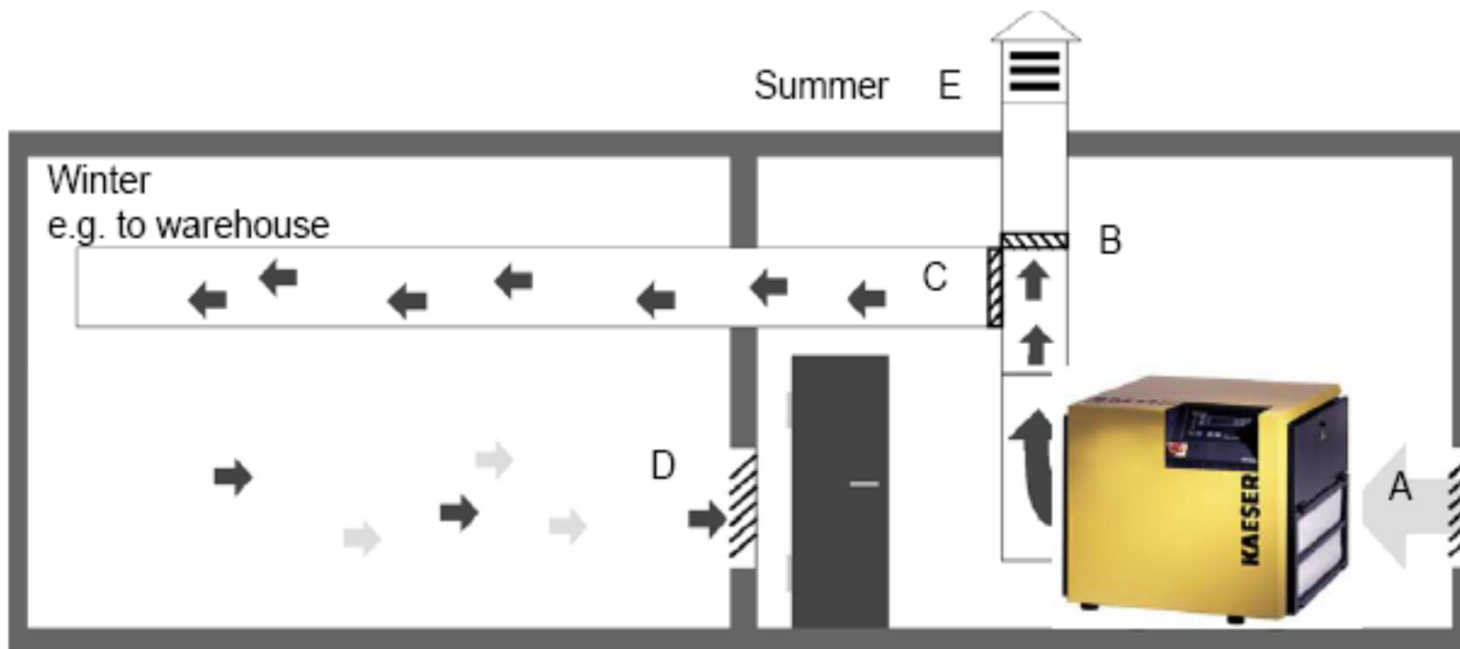


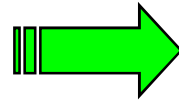
Fig. 9-32: Air ducted outside in summer and to heat warehouse in winter

Conclusione



5 perdite principali

- Tasso di perdite aria elevato
- Settaggio pressione alto
- Tasso a vuoto importante
- Range regolazione ampio
- Assenza di recupero calore



5 risparmi principali:

- Ridurre tasso di perdite
- Ridurre settaggio pressione
- Ridurre tasso a vuoto
- Ridurre range regolazione
- Recuperare calore