

Forane<sup>®</sup> 427A : conversione da R22 di un deposito frigorifero a bassa temperatura del MODENA TERMINAL a Modena , Italia



A partire dal 1° gennaio 2010, il regolamento Europeo ha proibito l'utilizzo del R22 vergine per le attività di manutenzione delle installazioni refrigerative. Questo divieto, che ha creato molte conseguenze sul mercato della refrigerazione ha generato forti implicazioni nella catena del freddo alimentare come nel caso della MODENA TERMINAL.

L'associazione professionale ASSOLOGISTICA che riunisce la maggior parte delle società Italiane proprietarie di celle e magazzini frigoriferi, alla quale MODENA TERMINAL aderisce, ha attirato l'attenzione dei suoi associati sulla necessità di adeguare la loro posizione alla legislazione in vigore.

La società MODENA TERMINAL, uno dei più grandi depositi frigoriferi Italiani, situato nell'area di Modena a nord di Bologna, che gestisce uno stoccaggio frigorifero per la conservazione del formaggio locale, il Parmigiano Reggiano, unitamente al congelamento e alla conservazione di derrate alimentari come le carni che necessitano di basse temperature.

MODENA TERMINAL avendo un deposito funzionante con il prodotto R22 è stata direttamente coinvolta dai regolamenti vigenti.

Ha dovuto quindi scegliere tra il rifacimento del suo deposito o l'utilizzo di un fluido di riconversione capace di garantire il prosieguo della loro attività in conformità con le normative esistenti .

Sulla base delle precedenti positive esperienze realizzate con il nostro retrofit , la società Frigoimpianti Srl di La Spezia, incaricata della manutenzione di MODENA TERMINAL, ha consigliato l'utilizzo del prodotto Forane® 427A d'Arkema.

## **Descrizione dell'installazione :**

### **Descrizione generale :**

- 5 Celle frigorifere polivalenti, 0 e -20°C : Capacità di 3000 MT di carne per un volume totale di circa 8.800 m<sup>3</sup> ; con un evaporatore a espansione diretta per ogni cella frigorifera ; anticella frigorifera di collegamento a una temperatura di 14° C max (volume di 5880 m<sup>3</sup>) ;
- 1 grande cella frigorifera (*Cellone*) : capacità superiore a 6.000 MT di carne congelata nella quale sono installati 10 evaporatori ad espansione diretta -18 / -20°C ; volume superiore a 54.400 m<sup>3</sup>, posizionati a 25 m di altezza ;
- Anticella di carico e scarico di 5.450 m<sup>3</sup> ad una temperatura di 14 °C ;
- 1 tunnel di congelamento rapido per carne fresca -40°C : capacità di 20 MT /18h ; evaporatore allagato con 4 scambiatori ; anticella del tunnel per il

raffreddamento dei quarti, prima del congelamento e successiva preparazione allo stoccaggio nelle celle frigorifere ;

L'unità funziona principalmente la notte quando il costo dell'energia elettrica è ridotto.

### **I compressori**

L'installazione è equipaggiata con 4 compressori a vite con potenza frigorifera, di 300 KW cad. :

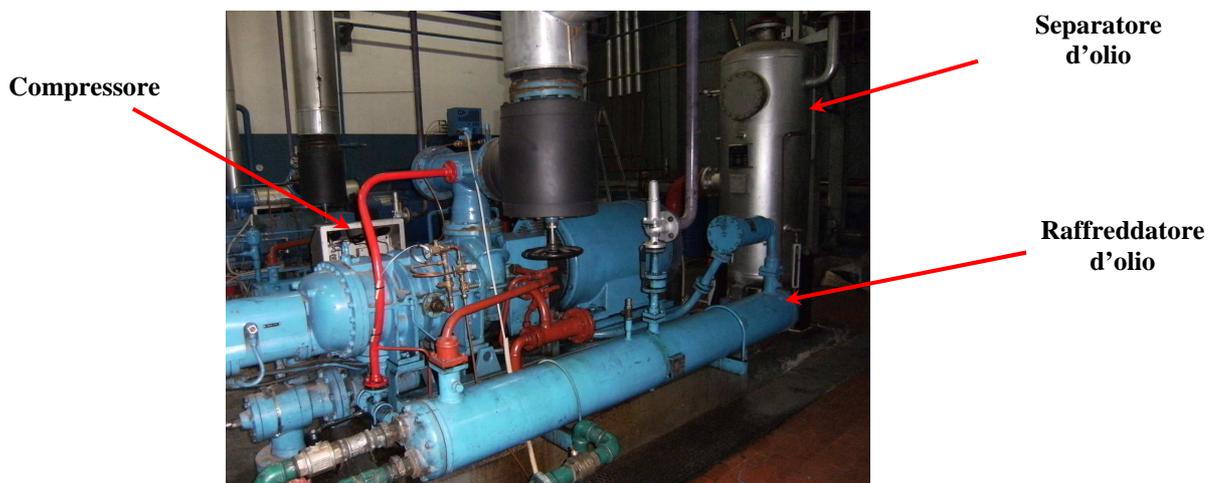
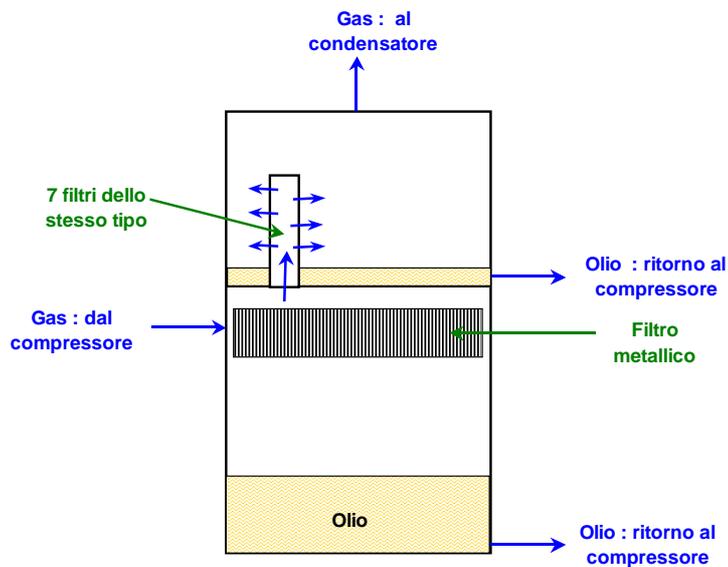
- Compressore 1 (CV1 : Howden XRV 204-145): *cellone* e le 5 celle frigorifere ;
- Compressore 2 (CV2 : STAL SVR 57): *cellone* + le 5 celle frigorifere + il tunnel ;
- Compressore 3 (CV3 : STAL SVR 51): *cellone* + le 5 celle frigorifere + il tunnel  
+ le anticelle a temperatura positiva ;
- Compressore 5 (CV5 : STAL Type S24, compressore verticale - il più piccolo):  
celle frigorifere + anticelle a temperatura positiva funzionanti nel corso della giornata al bisogno ;

Ogni compressore è equipaggiato con :

- **un raffreddatore d'olio** raffreddato ad acqua



➤ un separatore d'olio in mandata



**La condensazione**

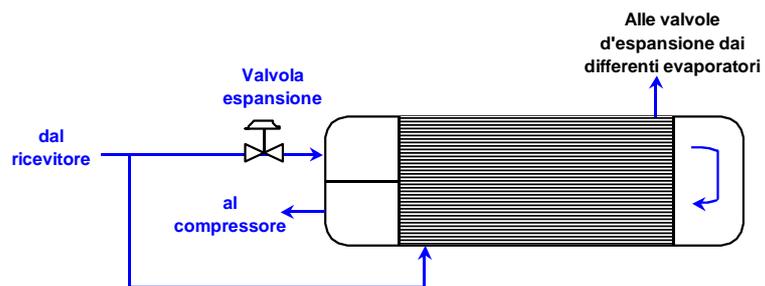
- **2 condensatori evaporativi** aventi una capacità di 1507 kW cad. E possibile by-passare uno dei condensatori. La pressione di condensazione è regolata dal controllo della portata dell'acqua e dell'aria



- **1 ricevitore di liquido** con indicatore di livello



- **1 sottoraffreddatore**



## Le celle frigorifere : Sistemi ad evaporazione diretta :

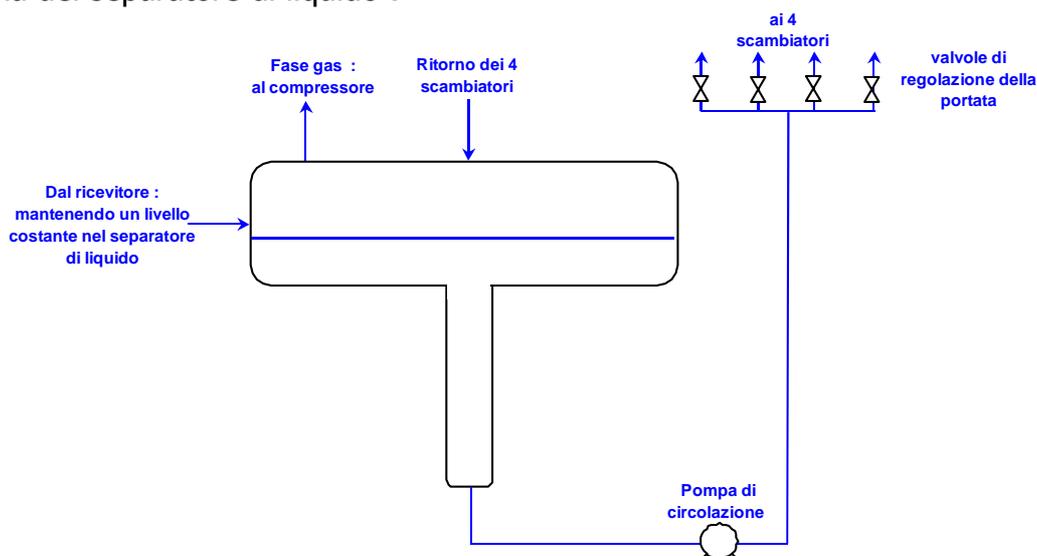
- valvole di espansione termostatiche TEX20 Danfoss,
- evaporatori :
  - *Cellone* : 10 scambiatori aventi una superficie di scambio di 628 m<sup>2</sup> cad ed una portata d'aria di 60 000 m<sup>3</sup>/h
  - 5 celle frigorifere : scambiatori di 493 m<sup>2</sup> cad aventi una portata d'aria di 40 000 m<sup>3</sup>/h

## Tunnel di surgelamento

L'impianto funziona con un evaporatore allagato che alimenta gli scambiatori del tunnel :

- 4 scambiatori di 500 m<sup>2</sup> cad, equivalenti a 2 000 m<sup>2</sup> di superficie di scambio ed un totale di 8 ventilatori che muovono ogn'uno 27 500 m<sup>3</sup>/h d'aria. Qui di seguito possiamo vedere schematizzato il separatore di liquido alimentato dal sotto reffredatore la cui alimentazione è regolata a seconda delle misure del livello esistente nel separatore.
- Nel punto basso, una pompa ( unita ad una pompa di soccorso ) capace di alimentare con il liquido i 4 scambiatori. Le valvole sono posizionate all'entrata delle linee per la regolazione della portata . All'uscita degli evaporatori, la miscela di liquido /gas ritorna verso il separatore di liquido. La fase gas alimenta il compressore.  
Il volume del fluido totale del sistema è circa 1000 l.

Schema del separatore di liquido :





## **Procedura di retrofit**

Una settimana prima del retrofit, le celle sono state riempite di materiale al fine di ottenere una carica massima e la minima temperatura possibile.

Il tempo necessario per la realizzazione del retrofit è stato di 36 ore. Le celle sono rimaste chiuse 24 ore prima del retrofit, 2 dei 4 compressori erano stati fermati, procedendo al cambio dei filtri e dell'olio minerale sostituito con un olio POE.

- arresto dell'impianto = inizio delle 36 ore di fermata
- scarico dell'R22 (3600 Kg)
- scarico dell'olio dagli altri 2 compressori, sostituzione dei filtri e dell'olio minerale sostituito con un olio POE
- le guarnizioni non sono state sostituite ; Differenti tipi di guarnizioni erano in utilizzo sull'impianto : Téflon, Viton, Néoprène e sono risultate perfettamente compatibili.
- I filtri sono stati sostituiti utilizzando dei filtri nuovi equivalenti :
  - filtri aspirazione (7 filtri) , - filtri olio dei compressori , - filtri disidratanti in uscita dal ricevitore .
- Verificata tenuta impianto.

- 
- L'impianto è stato messo sotto vuoto (10 ore).
  - Al caricamento del Forane® 427A, è seguito l'avviamento del compressore 1.
  - Avviamento dell'impianto : completamento carica refrigerante.
  - Regolazione delle valvole di espansione.

Dopo le 36 ore di stop, la temperatura nelle cellule era passata da -22°C a -20.5°C

### **Sostituzione dell'olio**

L'olio minerale (Mobil Gargoil Arctic 300) è stato sostituito con un olio POE (Frosyn SE170) :

- 500 litri d'olio minerale sono stati scaricati, il livello olio nei compressori era basso.
- 600 litri di olio POE sono stati caricati in modo da ripristinare il giusto livello.

Dopo alcuni cicli di funzionamento del tunnel, il separatore di liquido è stato più volte svuotato (fluido rinviato al ricevitore) e dal punto più basso, l'olio è stato quindi recuperato : circa 50 kg dopo la prima fermata, 50 kg la seconda e 10 kg la terza fermata.

L'olio analizzato si è rivelato essere praticamente quasi solo olio minerale.

Questo risultato mostra che progressivamente l'olio minerale bloccato nello scambiatore del tunnel si è successivamente concentrato nel separatore dove è stato quindi recuperato.

### **Il Fluido :**

Il fluido è distribuito nel sistema nel modo seguente :

- 800 kg nel *cellone*
- 800 kg nelle 5 celle frigo
- 800 kg nel tunnel
- 400 kg nei condensatori
- 800 kg nel ricevitore

Unitamente a queste posizioni bisogna inoltre aggiungere il contenuto di tutte le linee frigorifere.

Con l'R22 era necessario per il funzionamento simultaneo di tutte le installazioni di un minimo di carica di 3600 Kg..

Con il Forane®427A, è necessario un quantitativo minimo di 4000 kg di prodotto per il funzionamento dell'insieme dell'impianto escluso il tunnel. Di questi il sotto raffreddamento che ora è funzionante assorbe circa 150 kg di prodotto.

Sono necessari dunque 250 kg di fluido supplementari rispetto al funzionamento precedente con l'R22 ( $4000 - (150 + 3600)$ ). Questa condizione può essere legata al fatto che l'olio non è più trascinato nel circuito come nel caso dell'utilizzo con R22 quando potevano esserci fino a 300 litri d'olio circolanti.

Questo volume è stato ora sostituito dal fluido refrigerante.

Il fatto che l'installazione necessiti oggi di più fluido è inoltre legato alle regolazioni effettuate :

- portata più elevata del fluido che implica un tasso di liquido più elevato nell'evaporatore
- pressione di alta e di bassa più elevata.

## **Funzionamento comparativo dell'installazione con l'R22 e con il Forane® 427A**

	<b>R22</b>	<b>R427A</b>
Portata del fluido		Più elevata
Temperatura di mandata	70 à 75°C	65°C
Pressione di condensazione	9.6 bar	10.6 bar
Sotto-raffreddamento	3°C	7 à 10°C (utilizzo del sotto-raffreddatore)
<b>Celle frigo</b>		
Pressione d'evaporazione	0.2 bar	0.3 à 0.4 bar
Surriscaldamento	10 à 12°C	10 à 12°C
Temperatura nella cella	-23 à -24°C	-27 à -28°C
Velocità di raggiungimento temperatura nella cella		Più rapida
<b>Cellone</b>		
Pressione d'evaporazione	0 bar	0.2 bar
Surriscaldamento	10 à 12°C	10 à 12°C
Temperatura nella cella	- 17°C	- 18°C
Velocità di raggiungimento temperatura nella cella		Più rapida
<b>Tunnel di surgelamento</b>		
Pressione d'evaporazione	circa 0 bar (tra - 0.2 e + 0.2 bar)	circa 0 bar
Temperatura d'evaporazione = temperatura nel separatore di liquido	-38°C	Liquido = -40°C Gaz = -37°C
Temperatura nel tunnel	-32 / -33°C dopo 9 à 11 h	-27°C dopo 6 h
Velocità di raggiungimento temperatura nel tunnel		Più rapido (a seconda della carica e della natura degli imballi)
Regolazione delle valvole	Dopo aver aperto totalmente le valvole (circa 13 giri), chiusura a 3 giri	Dopo aver chiuso quasi totalmente, apertura a 3 giri

## **Osservazioni :**

- Con l'R22, l'olio minerale che circolava nell'impianto, si depositava all'interno degli scambiatori limitandone lo scambio termico. Con il Forane<sup>®</sup> 427A grazie alle sue caratteristiche, il livello dell'olio dopo l'avviamento, resta stabile nel compressore e non viene trascinato nel circuito : è stato verificato in seguito che non vi era presenza d'olio sia nelle valvole d'espansione che all'interno dell'evaporatore del tunnel. Il trasferimento del calore nello scambiatore è dunque notevolmente migliorato.  
Inoltre alle stesse condizioni di surriscaldamento, la portata di fluido è più elevata.

Tutto questo si traduce quindi :

- Un'aumento della perdita di carico (la perdita di carico è proporzionale al quadrato della portata ). Questo è visibile chiaramente nelle linee tra il ricevitore e le valvole di espansione del *cellone* che sono a 25 m di altezza. Inizialmente, si è infatti potuto osservare una vaporizzazione parziale del liquido :  
Differenza di temperatura tra la parte alta e la parte bassa della tubazione orizzontale di arrivo negli evaporatori del *cellone*. Il sotto-raffreddatore è stato quindi avviato per evitare l'espansione del refrigerante prima delle termostatiche.
- Un migliore sfruttamento delle superfici di scambio che spiegano l'aumento di capacità frigorifera.
- La quantità di fluido necessaria nell'installazione è quindi risultata più elevata.

## **Conclusioni :**

- Le celle frigorifere, equipaggiate d'evaporatore a espansione diretta, funzionano meglio dopo il retrofit : potenza frigorifera più elevata che si traduce in una discesa in temperatura più rapida nelle celle frigo (metà tempo) per una temperatura finale inferiore : si è passati da -23 /-24°C con l'R22 a -27/-28°C con il  
  
Forane<sup>®</sup> 427A.
- Quando il prodotto fresco è caricato nelle celle, si congela più velocemente : è possibile quindi congelare la merce limitando l'utilizzo del tunnel di surgelamento.
- Il tunnel di surgelazione equipaggiato di un evaporatore allagato è stato testato : malgrado il rischio legato all'utilizzo di una miscela con glide, la

temperatura richiesta fissata a - 40°C è stata raggiunta rapidamente dopo qualche ora di funzionamento.

- Ultima cosa ma di primaria importanza, il cliente si è dichiarato soddisfatto del risultato .

In conclusione, il sistema funziona meglio oggi con il Forane<sup>®</sup> 427A.

Il retrofit è stato effettuato dalla società Frigoimpinati Srl di La Spezia, coadiuvata da tecnici Arkema e SAPIO.

Arkema Business Unit Fluorés  
420 rue d'Estienne d'Orves  
93700 Colombes- France  
[www.arkema.com](http://www.arkema.com)

[www.forane427a.com](http://www.forane427a.com)

Distributore Italia  
SAPIO Srl  
Via Silvio Pellico, 48  
20052 Monza  
[www.sapio.it](http://www.sapio.it)