

# PASSI E SFIDE DELLA CATENA DEL FREDDO

Didier Coulomb - IIR

## **I. Introduzione**

Mantenere alimenti o prodotti sanitari (medicinali, vaccini) ad una temperatura adeguata è una necessità assoluta per la salute umana al fine di evitare infezioni batteriche e decessi. È necessario disporre di apparecchiature di refrigerazione adeguate e poter controllare le temperature reali, tuttavia non è sempre così nei paesi sviluppati, figuriamoci in quelli in via di sviluppo. In questi paesi che hanno capacità di immagazzinamento, trasporto e attrezzature commerciali e domestiche fino a 10 volte inferiori a quelle dei paesi sviluppati, la perdita di cibo è quasi 3 volte superiore a quella dei paesi sviluppati, pari al 19% della quantità di cibo disponibile.

Diversi interventi vengono condotti dall'IIR in questo settore:

- Conferenze nazionali e internazionali. La prossima conferenza IIR sulla sostenibilità e la catena del freddo si svolgerà a Nantes, in Francia, nell'aprile 2020.
- Pubblicazioni congiunte con la FAO nell'Africa sub-sahariana
- Lavori in corso con il Consiglio della Catena del Freddo Alimentare Globale e le agenzie competenti delle Nazioni Unite per aggiornare la Nota informativa IIR del 2009 sul ruolo della refrigerazione degli alimenti in tutto il mondo

La pubblicazione di "Cold Chain Briefs", congiuntamente con "UN Environment" nel 2018, del quale presentiamo una sintesi a seguire. L'insieme delle pubblicazioni è disponibile gratuitamente sui siti web IIR e delle Nazioni Unite.

## **II. Direttive della catena del freddo**

Abbiamo diviso la catena del freddo in cinque diverse fasi, e quindi abbiamo diviso le pubblicazioni in cinque documenti distinti:

### **1. Produzione e trasformazione alimentare**

Rispetto ad altri settori, la refrigerazione industriale presenta alcune specificità:

- Un tasso di perdita piuttosto basso (5-12% all'anno)
- Una capacità di refrigerazione piuttosto elevata per unità di 15-20 kWref potrebbe essere considerata come una "piccola unità", 200-500 kWref come un'unità "standard" e 1-5 MWref (o possibilmente più) potrebbero essere considerati come "grandi" impianti

- Una bolletta energetica piuttosto elevata (800 MWh-4 GWh / anno è comune; cioè 60k€ -350k€ / anno)
- La prestazione energetica (architettura del circuito di refrigerazione e scelta del refrigerante primario) deve essere una delle principali preoccupazioni
- L'organizzazione (architettura) delle apparecchiature di refrigerazione utilizzate in questo settore dipende da:
  - ▶ La temperatura richiesta (raffreddamento, congelamento)
  - ▶ La natura del prodotto trasformato
  - ▶ (frutta e verdura, prodotti a base di carne, uova e latticini, materie prime e alimenti trasformati)
  - ▶ La dimensione del sito industriale (da alcuni kg h<sup>-1</sup> fino a qualche tonnellata h<sup>-1</sup>)
- Esiste un'ampia varietà di configurazioni che rendono difficile la generalizzazione

## Le sfide

### 1. Sviluppare architetture ad alte prestazioni energetiche

- ⇒ La refrigerazione industriale nella produzione e nella lavorazione degli alimenti è ad alta intensità energetica
- ⇒ Il consumo di energia deve essere una delle maggiori preoccupazioni per questo settore
- ⇒ Lavorare su cicli intelligenti (desurriscaldatori, pressioni variabili, IHX, cascate, valorizzazione di lavori di ampliamento, recupero di calore, ...)

### 2. Imparare a gestire lo scorrere delle miscele a basso GWP, in particolare per le strutture "piccole"

### 3. fiducia nella sostenibilità dei refrigeranti naturali, soprattutto con l'ammoniaca per le strutture "grandi".

### 4. Mantenere una mente aperta e osservare la reingegnerizzazione delle "vecchie" soluzioni che hanno mostrato i loro vantaggi e limiti (assorbimento-adsorbimento) o lo sviluppo di nuove tecnologie (raffreddamento magnetico, raffreddamento del campo elettrico, raffreddamento termoelastico, .. .), ma in base allo sviluppo attuale di queste tecnologie, la loro implementazione nella produzione e nella lavorazione del cibo non avverrà tanto presto.

## Conclusione

Grazie alle loro prestazioni, compattezza e affidabilità, i sistemi di espansione a compressione con refrigeranti a cambiamento di fase sono stati utilizzati per più di un secolo e probabilmente continueranno ad essere utilizzati per un lungo periodo.

Per le "piccole" unità industriali, i refrigeranti alternativi potrebbero essere miscele di HFC o HFC-HFO a basso GWP e probabilmente HC per cariche di refrigerante molto basse (meno di 1,5 kg, che rimane comunque anomalo per la refrigerazione industriale).

Per gli HFO, la preoccupazione della loro bassa infiammabilità e del loro impatto ambientale a lungo termine deve essere attentamente studiata (e non elusa).

Per le "grandi" unità industriali, l'ammoniaca rimane la scelta migliore, nonostante i problemi di sicurezza (che possono essere gestiti con una certa precisione).

La CO2 sembra essere un'alternativa interessante; per quanto riguarda il recupero del calore viene previsto e valutato altrove nel processo (altrimenti sarebbe difficile da giustificare).

## 2. Refrigerazione di trasporto

### Tipi di refrigerazione di trasporto

- ▶ Veicoli refrigerati
  - Furgoni
  - Camion
  - Semirimorchi
  
- ▶ Trasporto merci per via aerea refrigerato
- ▶ Container refrigerati
- ▶ Treni refrigerati
- ▶ Navi refrigerate

### Opzioni refrigeranti

#### Refrigerazione di trasporto

Tipi di Trasporto	Refrigeranti correnti WP superiore (GWP kg CO2)	Refrigeranti alternativi GWP inferiore (GWP kg CO2)
Contenitori refrigerati, trasporto stradale, treni	HFC-134a (1360) HFC-404A (3920) HCFC-22 (1810)	R-744 (1) J HFC-452A (1950) HFC-513A (573) HC-290 (5) <b>R-717 (O)</b>

### Alcuni commenti:

- ▶ Vincoli particolari per i container (mesi in mare viaggiando in tutto il mondo)
- ▶ Vincoli particolari per i pescherecci (altra normativa per la tecnologia della catena del freddo)
- ▶ Industria aerospaziale = spese minime fino ad ora
- ▶ Propano e CO2 sono ancora rari al mondo
- ▶ Le considerazioni su costi e sicurezza sono importanti
- ▶ Questioni nazionali / internazionali per i regolamenti sui trasporti

### 3. Applicazioni dei pescherecci

#### Nuovi sistemi

- ▶ Tecnicamente, ci sono soluzioni soddisfacenti per evitare l'uso di R-22 e R-404A per la maggior parte delle applicazioni nei nuovi sistemi.
- ▶ I sistemi centralizzati si basano principalmente sull'uso più ampio di CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub>.
- ▶ Le questioni relative alla sicurezza sono generalmente ben controllate a bordo delle navi e a terra nella maggior parte dei paesi sviluppati.
- ▶ Alcuni paesi in via di sviluppo non sono pronti a usare NH<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub> in sicurezza. Esistono soluzioni tecniche, **ma la formazione è fondamentale per l'implementazione.**

#### Conversioni da R-22 / 404A

- ▶ Ci sono miscele adatte con glide per i piccoli sistemi D-X nella maggior parte dei casi
- ▶ Non esiste una soluzione chiara per i sistemi di grandi dimensioni. I retrofit possono portare a un drastico deterioramento delle prestazioni. Potrebbe essere necessaria una revisione generale o la sostituzione del sistema.

### 4. Stoccaggio a freddo e depositi refrigerati

#### Problemi di stoccaggio in depositi refrigerati

##### Emissioni dirette

- ▶ Refrigeranti – generalmente refrigeranti a basso GWP come ammoniaca (R717) in grandi impianti
- ▶ Alcune prove supportano il passaggio ad altri refrigeranti nei paesi dell'articolo 5 a causa di problemi di sicurezza
- ▶ HFC più piccoli, refrigeranti HFO
- ▶ Perdita di circa l'8% / anno
- ▶ Indicazioni che possono essere 2x più alte nei paesi in via di sviluppo

##### Emissioni indirette

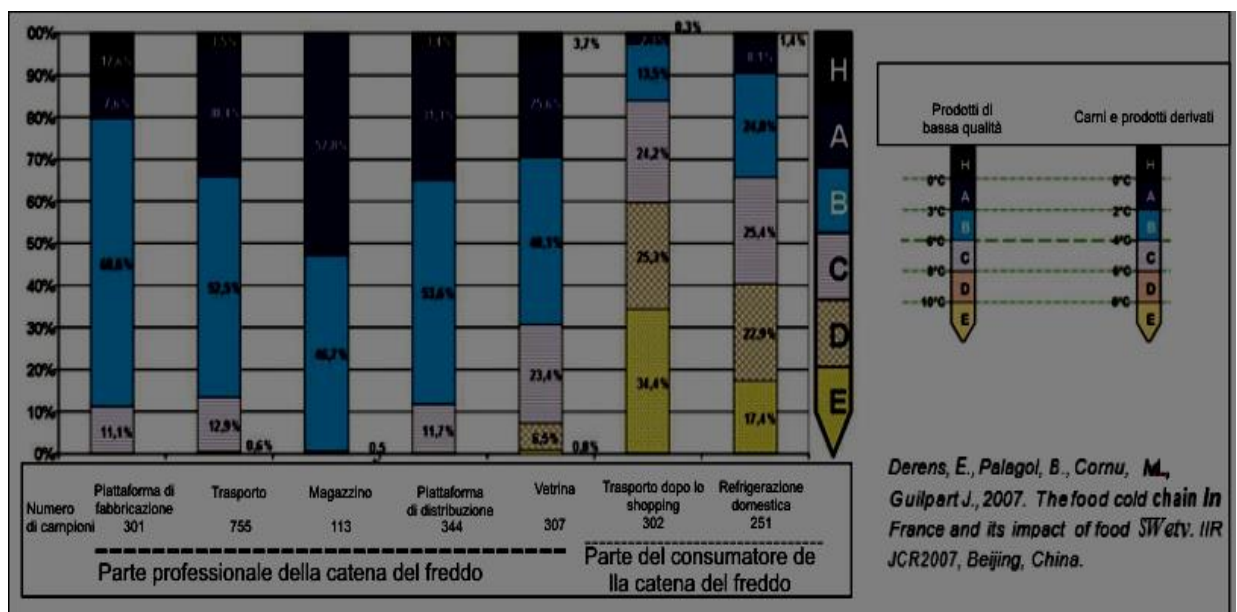
- ▶ Consumo di energia
- ▶ Il 60-70% dell'energia elettrica nella cella frigorifera può essere utilizzato per la refrigerazione
- ▶ Ampia gamma di consumi energetici
- ▶ In genere è possibile ottenere un risparmio energetico del 30-40%

## Prospettive e sfide

- ▶ Molte opzioni per ridurre le emissioni (soprattutto indirette)
- ▶ Emissioni dirette tradizionalmente basse, attenzione necessaria a garantire che i nuovi sistemi utilizzino refrigeranti a basso GWP
- ▶ Formazione, manutenzione spesso un problema (più sicurezza)
- ▶ Basso potenziale per nuovi sistemi di refrigerazione in impianti di grandi dimensioni
- ▶ Ma potenziale per CHP, poli / tri-generazione
- ▶ Potenziale per un migliore assorbimento per il recupero del calore e per integrarsi con le risorse energetiche rinnovabili

## 5. Refrigerazione commerciale, professionale e domestica

Innanzitutto, la qualità della catena del freddo, soprattutto a livello di consumatori, deve essere migliorata:



## Sviluppi e prospettive riguardo alle questioni ambientali:

- ▶ Opportunità per ridurre il consumo di energia
  - Spesso “ostacolato” dai costi (enfasi sul costo iniziale piuttosto che sulla durata)
  - Gran numero di opzioni disponibili
  - Perdite dovute alle vendite (ad esempio sulle porte degli armadi commerciali)
  - L'etichettatura energetica può avere un impatto (ha già ridotto l'energia utilizzata dai frigoriferi domestici di circa il 50%)

► Opportunità per ridurre le emissioni dirette

- Sicurezza dei refrigeranti HC e A2L

► Numero di nuovi sistemi (magnetocalorici, elettrocalorici, acustici) in fase di sviluppo o in prossimità di essere commercializzati, adatti per unità plug-in

### **Conclusione**

Ci sono molti tipi diversi di applicazioni e quindi molte soluzioni diverse con un potenziale di riscaldamento globale inferiore rispetto a quello attuale. È quindi difficile consigliare una soluzione semplice. Tuttavia si dovrebbe tenere a mente che:

- il problema energetico è più importante della questione del refrigerante in una prospettiva di impatto generale sul cambiamento climatico,
- il controllo della temperatura è ancora un problema e quindi le perdite in fatto di salute e alimenti sono ancora più importanti,
- le perdite di refrigerante sono talvolta molto importanti e spesso possono essere ridotte; un modo semplice per evitare le emissioni di gas serra,
- possono comparire tecnologie non in dotazione, anche se i sistemi di compressione del vapore saranno ancora predominanti nel prossimo futuro,
- Le tecnologie si evolvono velocemente. E' necessario avere informazioni costantemente aggiornate grazie a conferenze, riviste scientifiche o qualsiasi tipo di pubblicazione.

**È la missione dell'IIR.**