

# Tecniche di criogenia e sostanze criogeniche

*Le sostanze criogeniche sfruttano le bassissime temperature e hanno diverse applicazioni. Nonostante la sua notevole versatilità, con impieghi anche industriali, la criogenia non è esente da rischi. Il contributo esamina le misure protettive che devono essere adottate da chi manipola ed utilizza queste sostanze.*

**di Alessandro Bordin per Wolters Kluwer Italia**

## Introduzione

Molti processi si avvantaggiano dell'uso delle basse temperature: il freddo viene ad esempio utilizzato per la conservazione e per il trasporto di vari materiali, anche di natura organica e biologica, tanto che si parla di "catena del freddo".

La criogenia sfrutta le basse temperature, ovvero quelle che, secondo il National Institute of Standards and Technology (NIST) statunitense, si situano sotto i 93 °K<sup>1</sup>, ovvero -179,85 °C. I gas che possono trovare impiego in questa tecnologia (elio, idrogeno, neon, azoto, ossigeno, ecc.) hanno temperature di ebollizione superiori a 93 °K.

Questa tecnica ha attualmente molteplici utilizzi, a livello sia di ricerca che industriale:

- 1) Esplorazione spaziale
- 2) Satelliti e sensori
- 3) Energie rinnovabili
- 4) Pulizia criogenica
- 5) Coltivazione
- 6) Congelamento dei cibi
- 7) Medicina, esami strumentali (risonanza magnetica), criochirurgia ed inseminazione artificiale
- 8) Criopreservazione animale
- 9) Gas commerciali
- 10) Superconduttività
- 11) Acceleratore di particelle
- 12) Treni a levitazione magnetica
- 13) Telecomunicazioni

Alcune notizie storiche in merito a questa tecnologia. Già nel 1877 Raoul Pictet e Louis Paul Cailletet erano riusciti a liquefare l'ossigeno, anticipando così l'uso industriale che se ne sarebbe fatto in seguito. Il primo brevetto risale al 1903 per il ciclo Hampson-Linde impiegato per la liquefazione dell'aria e altri gas.

## Sala criobiologica

Vediamo ora come è attrezzata una struttura che utilizza gas criogenici, ad esempio un laboratorio biologico per l'inseminazione artificiale o la conservazione di tessuti. La sala criobiologica è il luogo fisico in cui vengono alloggiati tutti gli impianti e le attrezzature necessarie per la conservazione del materiale biologico. Il gas utilizzato solitamente è l'azoto liquido. La schematizzazione è riportata in Figura 1.

---

<sup>1</sup> Si tratta del grado Kelvin (°K) che misura la temperatura assoluta, che è diretta in relazione con il grado Celsius (°C) secondo la seguente relazione:  $T (^{\circ}K) = t (^{\circ}C) + 273,15$

Conoscendo la temperatura in °K è possibile risalire ai °C:  $t (^{\circ}C) = T (^{\circ}K) - 273,15$

Lo stato fisico dello "zero assoluto" corrisponde a 0 °K = - 273,15 °C. Esistono, ovviamente, relazioni con altre scale di temperature, ciascuna delle quali ha dei parametri di conversione.

Figura 1 – Sala criobiologica

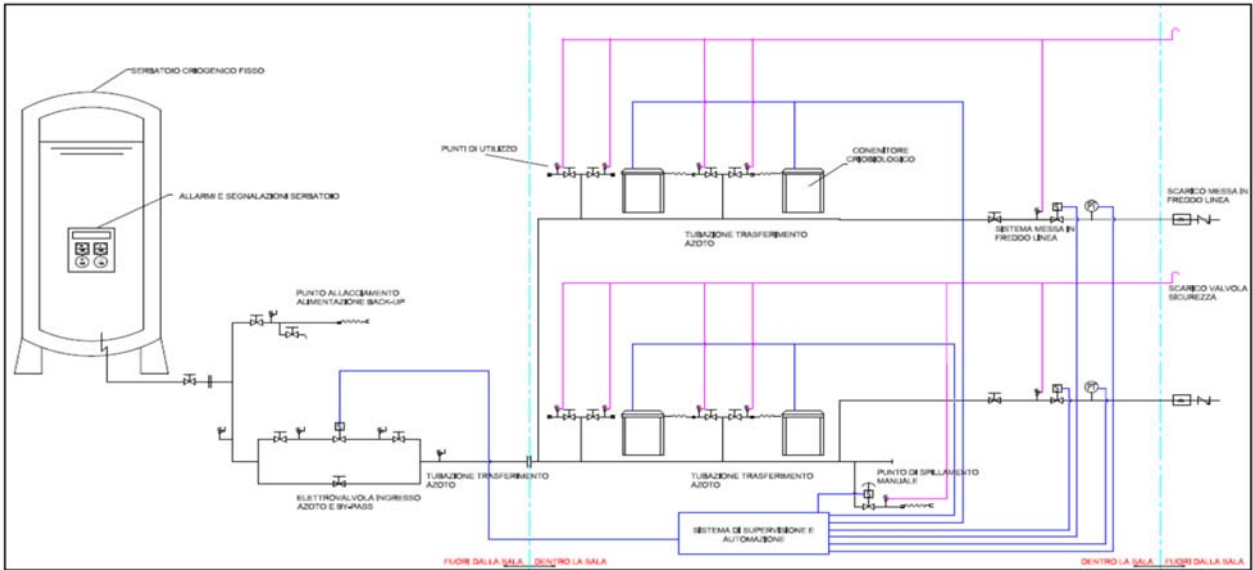


Figura 2 – Rischio di ustioni per gas criogenico



Il serbatoio criogenico è il luogo fisico in cui vengono conservati i materiali biologici. Esso è alimentato da una linea criogenica attraverso la quale viene introdotto il gas. Il tutto è regolato da elettrovalvole che ne determinano il flusso e mantengono i parametri di esercizio (temperatura e pressione). Per l'alloggiamento di tutte le strutture va predisposta una sala, il cui accesso è disciplinato e regolamentato. All'esterno di essa va posizionata la segnaletica di sicurezza (Figura 2) che evidenzia i rischi presenti.

## Rischi e DPI

Quando si pensa alle sostanze criogeniche, il rischio con cui vengono subito identificate è connesso alle basse temperature ed alle ustioni che esse provocano.

Per evitare il contatto con il liquido od i vapori freddi dovuti, ad esempio, a spruzzi sul viso o altre parti del corpo di liquido durante le operazioni di travaso o riempimento di un contenitore, il contatto accidentale delle mani o altre parti del corpo con tubazioni fredde non isolate, la penetrazione di liquido all'interno delle calzature, ecc., è necessario adottare le seguenti misure di protezione:

- usare occhiali o visiere facciali durante le operazioni per le quali si prevedono spruzzi di liquido (travasi e altro);
- indossare appositi guanti diatermici molto larghi in modo da poterli sfilare facilmente;
- usare tenaglie o altri attrezzi per immergere o estrarre materiali dal criogenico;
- indossare camice e pantaloni lunghi o tuta contro gli spruzzi alle gambe o altre parti del corpo (pantaloni non infilati nelle scarpe e senza risvolti);
- non indossare scarpe aperte o porose.

Occorre maneggiare i recipienti lentamente e con cautele onde evitare sobbalzi e schizzi.

Ricordiamo che l'impianto utilizzato è in pressione, per cui vanno tenute in considerazione le prescrizioni legislative in materia rappresentate dalla Direttiva PED 97/23/CE.

## Natura delle sostanze criogeniche

Le sostanze criogeniche non sono tossiche ma possono creare problemi di asfissia. A causa di un cedimento strutturale, di un malfunzionamento dell'apparecchiatura, di una fuga accidentale, ecc. il gas si espande immediatamente andando a sostituire l'ossigeno presente nel locale.

Devono quindi essere adottate le seguenti misure di prevenzione e protezione:

- accertarsi che il locale sia sufficientemente aerato e che sia garantito un buon ricambio d'aria, sia naturale attraverso l'apertura di porte e finestre, sia forzato, attraverso aspiratori o mezzi di ventilazione meccanica, capaci di prevenire accumuli di gas specialmente nelle parti più basse del locale;
- quando non possano essere evitati la manipolazione e l'uso di liquidi criogenici in ambienti scarsamente aerati, è indispensabile l'utilizzo di analizzatori (ossimetri), con segnalatore di allarme acustico-luminoso (accertarsi che funzioni correttamente prima dell'inizio di qualsiasi operazione) tarati in modo da entrare in funzione quando la concentrazione di ossigeno scende a livelli inferiori al 19 %. Tale sistema deve segnalare anche il livello di attenzione, ossia l'eccessiva concentrazione di ossigeno (livello massimo pari al 25%). Eventualmente vanno indossati DPI che vengono utilizzati in ambienti sospetti di inquinamento ed anossici. Pertanto vanno previsti gli autorespiratori.

In caso di emergenza bisogna prevedere il trattamento sanitario del lavoratore infortunato. Per prestare il dovuto soccorso devono intervenire almeno due persone, adeguatamente attrezzate, ponendo attenzione alle eventuali ustioni da freddo dell'infortunato.

Per concludere in Tabella 1, si ricapitolano i rischi di queste sostanze e degli impianti connessi.

**Tabella 1 – Riassunto dei rischi riconducibili all'uso di sostanze criogeniche e degli impianti relativi**

<b>Rischi</b>	<b>Manifestazioni del rischio</b>
Scoppio/Esplosione	E' un'apparecchiatura in pressione. Sono previste valvole di sicurezza, va fatta appropriata manutenzione.
Incendio	Malfunzionamento dell'attrezzatura.
Meccanico	Cedimenti strutturali legati alla portata ed a urti. Per questo motivo oltre agli ancoraggi devono essere previsti dei paraurti.
Gas criogenetico/ Basse temperature	Ustioni da freddo per contatto con vapori e materiale conservato.
Asfissia	Si tratta di un rischio potenziale, in ambiente povero di ossigeno, specialmente in caso di perdite di gas criogenetico e di emergenze.