



## A06 Manipolazione dei gas criogenici liquefatti

### Generalità

Un gas o un liquido si trovano in stato criogenico quando la temperatura è ben al di sotto della temperatura ambiente. La tabella elenca alcuni dei gas, che vengono spesso trasportati, conservati e utilizzati a temperature criogeniche.

Le proprietà chimiche dei gas liquefatti criogenici sono fondamentalmente le stesse di quelli a temperature "normali". Alle temperature criogeniche si aggiunge al gas la proprietà di "criogenico". Da questa proprietà addizionale derivano **peculiarità e rischi di cui occorre tenere durante la manipolazione di gas liquefatti criogenici.**

### Proprietà fisiche e chimiche di alcuni gas criogenici (valori indicativi)

	Ossigeno	Azoto	Argon	Idrogeno	Elio
Formula molecolare	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Ar	H <sub>2</sub>	He
Temperatura di ebollizione a 1013 mbar (0°C)	-183	-196	-186	-253	-269
Quantità di gas (l) con 1 l di liquido	855	690	835	845	750
Proprietà chimica	Ossidante	Inerte	Inerte	Infiammabile	Inerte

Nota: Alla temperatura di ebollizione tutti i gas elencati sono più pesanti dell'aria.

### Precauzioni

Le precauzioni descritte in questa raccomandazione di sicurezza valgono per tutti i gas liquefatti criogenici. È necessario includere anche le precauzioni contenute nelle schede di sicurezza per i gas e le altre indicazioni di sicurezza applicabili. Particolare riferimento è fatto qui alle peculiarità e ai rischi nell'uso di **ossigeno** e **anidride carbonica**, che sono discussi in dettaglio nelle **raccomandazioni di sicurezza IGS "A04 Arricchimento con ossigeno/carenza di ossigeno"** e **"A07 Manipolazione dell'anidride carbonica"**.

### Dispositivi di protezione individuale

*Se indossati correttamente, i dispositivi di protezione individuale proteggono dal contatto con i gas e i liquidi criogenici o con le parti d'impianto in modo da scongiurare qualsiasi rischio per la salute. È per questo che è obbligatorio indossare **SEMPRE** i dispositivi di protezione individuale adeguati, in particolare durante le operazioni di travaso e prelievo:*

- Guanti per ambienti criogenici
- Protezione del volto e/o occhiali di protezione
- Rilevatore di gas
- Indumenti protettivi attillati
- Scarpe di sicurezza
- Protezione delle vie respiratorie (se necessario)



# Peculiarità nell'uso di gas liquefatti criogenici

## Contatto

I gas liquefatti criogenici solitamente a pressione atmosferica si trovano nello stato di ebollizione. Durante il travaso in recipienti che non sono a temperatura ambiente, l'ebollizione inizialmente sarà estremamente violenta e possono essere emessi spruzzi di gas liquefatto criogenico con l'evaporazione in una grande quantità di gas criogenico. Viso e mani devono pertanto essere protetti. Lo stesso vale per l'immersione di oggetti a temperatura ambiente (o caldi) in gas liquefatti criogenici. Se i recipienti o gli oggetti hanno raggiunto la temperatura del gas liquefatto criogenico, diminuisce la violenza dell'evaporazione, ma il gas liquefatto criogenico rimane in stato di ebollizione.

Se si sosta in locali che sono stati raffreddati dai gas criogenici, può sopraggiungere ipotermia corporea; ma possono anche verificarsi problemi polmonari inalando l'aria raffreddata dal gas criogenico.

## Soffocamento

I gas criogenici elencati nella tabella non possono provocare avvelenamenti poiché questi gas sono atossici. A causa di questi gas (eccetto l'ossigeno), tuttavia, il volume di ossigeno presente nell'aria può essere ridotto a meno di circa 12 Vol.-%, causando soffocamento.

Nei locali in cui vengono trattati gas liquefatti criogenici in recipienti aperti o chiusi, devono essere previsti sistemi di aerazione in grado di dissipare anche la minima quantità di gas rilasciata. Inoltre si raccomanda un dispositivo di allarme in caso di carenza di ossigeno.

## Pericolo d'incendio

A parte l'aumento del rischio di incendio, un arricchimento della concentrazione di ossigeno nell'aria a ben oltre 23 Vol.-% non è pericoloso per il corpo. Per ulteriori informazioni sui rischi di incendio e sull'arricchimento con ossigeno, fare riferimento alla **raccomandazione di sicurezza IGS "A04 Arricchimento con ossigeno/carenza di ossigeno"**.

Incendio o esplosione possono verificarsi quando i gas liquefatti criogenici infiammabili (idrogeno liquido, ad esempio) fuoriescono perché evaporano, formando così una miscela esplosiva con l'aria.

## Formazione di nebbia e arricchimento

Quando i gas criogenici si mescolano con l'aria, può formarsi nebbia a causa della condensa dovuta al raffreddamento. Nel caso di una grande perdita di gas criogenici, l'appannamento può essere così esteso che i disabili visivi potrebbero non riuscire a mettere a fuoco. Quando si deve fare i conti con una fuoriuscita di grandi quantità di gas liquefatti criogenici, non devono esserci scarichi fognari senza otturatore idraulico, né finestre di scantinati aperte o altri accessi aperti alle aree sottostanti i locali, né canalizzazioni ecc., perché altrimenti i gas pesanti potrebbero accumularsi in tali aree, aumentando, in determinate circostanze, il rischio di soffocamento o di incendio.

## Infragilimento

I materiali che possono venire a contatto con i gas liquefatti criogenici devono essere idonei a temperature molto basse, vale a dire, essi non devono diventare fragili a contatto con il freddo. Materiali adatti sono ad esempio il rame, gli acciai austenitici e alcune leghe di alluminio. Tra le plastiche, il PTFE è adatto in determinate condizioni. Quali materiali sono adatti per quale applicazione deve essere discusso con i fornitori di gas o dei materiali.

## Aumento della pressione in caso di evaporazione

L'apporto di calore provoca perdite costanti di gas criogenico dal recipiente, se questo è aperto (ad esempio vaso di Dewar). In recipienti chiusi la pressione aumenta. Migliore è l'isolamento del recipiente, più lentamente aumenta la pressione. Con un litro di gas liquefatto criogenico si ottengono notevoli quantità di gas (vedere la tabella delle proprietà fisiche).

Ad esempio, se i gas liquefatti criogenici possono essere chiusi tra 2 valvole, devono essere collocati dispositivi di sovrappressione con un diametro sufficientemente ampio. Anche con il migliore sistema di isolamento, questi liquidi evaporano. Il gas risultante deve essere scaricato attraverso i dispositivi di sovrappressione, per evitare ad esempio che la condotta si rompa.

## Condensazione

Prima che i gas liquefatti criogenici penetrino in attrezzature, recipienti, tubazioni, valvole, ecc., questi devono essere stati attentamente asciugati. In caso contrario l'umidità residua congelerebbe, provocando malfunzionamenti (ad esempio alle valvole di sicurezza, manometri...).

## Manipolazione di gas liquefatti refrigerati in recipienti criogenici mobili

I gas liquefatti criogenici vengono spesso trasportati e conservati all'interno di recipienti criogenici mobili. Questi possono essere recipienti chiudibili e adatti a sopportare la pressione interna del recipiente di gas compresso, oppure vasi Dewar aperti e depressurizzati. Questi ultimi non devono essere chiusi, in quanto potrebbero esplodere.

Le istruzioni per l'uso dei recipienti criogenici devono essere annotate e il personale addetto deve essere addestrato per attuare un uso sicuro e una manipolazione corretta dei serbatoi criogenici e dei gas liquefatti criogenici.

## Il trasporto su strada dei recipienti criogenici (trasporto esterno/ movimentazione interna)

In generale: si applicano l' "Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada (ADR)" e il "Regolamento per il trasporto di merci pericolose su strada (SDR)".

Occorre verificare quanto segue:

- Messa in sicurezza durante il caricamento e corretto posizionamento del recipiente
- zona di carico aperta e/o con ventilazione
- non superare il carico ammissibile del contenitore

Per recipienti criogenici chiusi:

- occorre garantire un'ispezione periodica in conformità con l'ADR, val a dire, per il trasporto possono essere utilizzati solo recipienti testati e approvati

Per i recipienti criogenici aperti:

- L'apertura del recipiente deve essere provvista di un dispositivo permeabile al gas che impedisca la fuoriuscita di spruzzi di gas liquefatto criogenico

## Ustioni da freddo e congelamento

Le seguenti informazioni sono destinate in particolare alle operazioni di primo soccorso, ma forniscono importanti indicazioni anche al primo medico curante. Si consiglia di consegnare al ferito le presenti raccomandazioni di sicurezza per poterle presentare al medico.

### Il trattamento delle ustioni da freddo e del congelamento

Il contatto con liquidi, vapori o gas criogenici può provocare danni alla pelle, simili a quelli di ustioni. La gravità di tali lesioni dipende dalla temperatura e dalla durata del contatto. Le parti del corpo esposte o non sufficientemente protette che vengono a contatto con tubi non isolati o recipienti per gas criogenici possono rimanere attaccate per via della condensa gelata e subire lacerazioni

Non bisognerebbe indossare indumenti bagnati. Il contatto di parti del corpo non protette con liquidi o gas criogenici provoca il congelamento.

### Primo soccorso (Estratto dalla banca dati medica "www.uptodate.com" / "Frostbite")

- Il soggetto deve essere condotto quanto prima in un ambiente caldo (circa 22 ° C). Se i piedi sono coinvolti, la vittima non deve camminare.
- Le zone colpite devono essere protette prima del trasporto con una copertura estesa di bande sterili asciutte. Questo non deve essere troppo stretta, in modo da non compromettere circolazione del sangue. La parte del corpo interessata deve essere immobilizzata.
- Gli indumenti bagnati devono essere rimossi. Tutti gli articoli di abbigliamento che potrebbero ostacolare la circolazione del sangue nella zona interessata devono essere aperti.
- Scaldare lentamente la parte colpita in acqua calda o con il calore del corpo. In nessun caso strofinare l'area interessata in quanto si potrebbero provocare ulteriori lesioni.
- Qualora un trattamento medico qualificato non dovesse essere immediatamente disponibile, occorre garantire che la persona ferita venga trasportata immediatamente in ospedale.
- Deve essere applicato il trattamento per lo shock.

## Il trattamento da parte del medico o in ospedale

- Se singole parti o vaste aree del corpo sono state esposte a temperature criogeniche, in modo tale da far abbassare la temperatura corporea, il paziente deve essere immediatamente riscaldato. Il paziente o la parte interessata del corpo dovrebbero essere immersi in acqua calda a 37-39°C. per poter consentire un rapido miglioramento, occorre far sì che la temperatura del bagno venga mantenuta il più possibile costante.
- Se questo tipo di intervento non può essere eseguito, il paziente può essere sedato e scaldato con coperte in un luogo caldo (circa 22 ° C).
- La pelle congelata ha un aspetto ceruleo (di colore pallido, giallo) ed è spesso insensibile agli stimoli del dolore. Quando si normalizza, comincia a fare male, si gonfia ed è suscettibile alle infezioni. Lo scongelamento può durare dai 15 a 30 minuti e dovrebbe proseguire fino a quando il colore è diventato rosa o rosso. Il processo di scongelamento può essere doloroso a seconda del grado di esposizione. Potrebbe essere necessario somministrare analgesici.
- Se le parti del corpo congelate si sono scongelate prima dell'arrivo del medico, non dovrebbero essere riscaldate, ma devono essere protette con un'ampia copertura consistente in medicazione asciutta e sterile.
- Occorre verificare la copertura antitetanica.

## Osservazioni

I gas liquefatti criogenici possono essere manipolati in modo sicuro solo se sono note le specifiche proprietà intrinseche di questi gas e se vengono utilizzati intenzionalmente. Un utilizzo non conforme dei gas criogenici può causare congelamento, mentre la corretta applicazione dello stesso effetto viene utilizzata in crio-chirurgia.

## Ambito di applicazione / Limitazione

Questo documento sostituisce le raccomandazioni di sicurezza IGS esistenti "Manipolazione di gas liquefatti refrigerati IGS TS-005/03", "Ustioni da freddo e congelamento IGS TS-007/03" e "manipolazione dell'azoto liquido refrigerato (LIN) in recipienti criogenici mobili IGS TS-015/03".

Le schede di sicurezza (SDS) forniscono maggiori informazioni sulle proprietà dei gas rilevanti in materia di sicurezza. Questa raccomandazione di sicurezza non vale per l'anidride carbonica e il ghiaccio secco. In caso di ulteriori domande sul trattamento dei gas liquefatti refrigerati e dei recipienti criogenici, è possibile rivolgersi ai fornitori di gas.

## Documenti correlati (non esaustivi)

- Le schede di sicurezza (SDS) delle sostanze interessate
- Raccomandazione di sicurezza IGS "A04 Arricchimento con ossigeno/carenza di ossigeno"
- Raccomandazione di sicurezza IGS "A07 Manipolazione dell'anidride carbonica"
- Istruzioni per l'uso dei recipienti criogenici utilizzati
- ADR/SDR
- SVS RG 553

Avete altre domande?

Teniamo a vostra disposizione anche una documentazione più ampia e dettagliata.



Trasmesso da:

Westfalen Gas Schweiz GmbH  
Sisslerstrasse 11, CH-5074 Eiken  
Tél. 061 855 25 25, Fax 061 855 25 26  
[www.westfalen.ch](http://www.westfalen.ch), [info@westfalen.ch](mailto:info@westfalen.ch)

La presente documentazione corrisponde allo stato delle conoscenze tecniche al momento della pubblicazione. E' compito dell'utilizzatore verificare l' idoneità delle raccomandazioni per il suo caso particolare e l'attualità della versione di cui dispone. La IGS, nonché le persone che hanno distribuito la presente documentazione o hanno partecipato alla sua realizzazione declinano qualsiasi responsabilità.