



## A07 Manipolazione dell'anidride carbonica

### Informazioni generali

Spesso, nell'uso quotidiano, l'anidride carbonica viene chiamata acido carbonico. Questa denominazione è tuttavia corretta, solo se con essa si intende la soluzione acquosa dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) nell'acqua (H<sub>2</sub>O) (ad es. acqua minerale con acido carbonico).

### Caratteristiche

L'anidride carbonica è un gas incolore, fondamentalmente inodore e con un sapore leggermente acido. Per questa ragione non può praticamente essere percepito dai sensi umani. La fuoriuscita di CO<sub>2</sub> può eliminare l'ossigeno vitale presente nell'aria che respiriamo.

L'anidride carbonica non è tossica, tuttavia esiste un valore limite che non deve essere superato (pubblicazione SUVA "Valori limite sul posto di lavoro" n. 1903.i). L'aria ambiente che respiriamo contiene circa lo 0,04% vol. di anidride carbonica. Questa concentrazione è vitale perché stimola il nostro centro respiratorio e controlla il volume e la velocità di respirazione.

L'anidride carbonica è un gas non combustibile 1,5 volte più pesante dell'aria. Per questo motivo la CO<sub>2</sub> si diffonde in prossimità del suolo e si raccoglie negli avvallamenti del terreno.

In condizioni atmosferiche l'anidride carbonica è generalmente gassosa, ma può manifestarsi anche allo stato solido (ghiaccio secco). La CO<sub>2</sub> liquida esiste solo a pressioni superiori a 5,18 bar.

### Pericolo generico

Gli stati di aggregazione della CO<sub>2</sub> (solida / liquida / gassosa) possono facilmente cambiare in funzione della pressione e della temperatura. Pertanto anche il suo volume e le caratteristiche fisiche possono cambiare repentinamente.



### Anidride carbonica gassosa

L'anidride carbonica gassosa può essere estratta direttamente dalla bombola oppure si forma dall'evaporazione del ghiaccio secco.

### Pericoli della CO<sub>2</sub> gassosa

Pericolo di soffocamento / intossicazione da CO<sub>2</sub>

- La CO<sub>2</sub> gassosa causa lo spostamento dell'ossigeno e ha un effetto narcotizzante. La concentrazione massima sul posto di lavoro (MAK) è pertanto pari a 5000 ppm (0,5% vol.).
- A una concentrazione del 10% vol. di CO<sub>2</sub> nell'aria respirata, il contenuto di ossigeno raggiunge sempre un valore sufficiente del 19% vol. Con questa concentrazione di CO<sub>2</sub> possono tuttavia verificarsi convulsioni, svenimenti, arresto respiratorio e morte. In questo caso la causa non è da attribuirsi allo spostamento dell'ossigeno, bensì all'azione diretta dell'anidride carbonica nel processo respiratorio dell'uomo.
- Questo pericolo può essere ridotto al minimo attraverso una ventilazione adeguata (naturale o artificiale) e/o un monitoraggio della CO<sub>2</sub>.



**Un errore frequente consiste nel misurare solo il contenuto di ossigeno e non la concentrazione di anidride carbonica. Errori di questo tipo con la CO<sub>2</sub> possono avere conseguenze letali.**

Accumuli di CO<sub>2</sub>:

- L'elevato peso specifico del gas (1,5 volte più pesante dell'aria) fa sì che la CO<sub>2</sub> fuoriuscita si accumuli in ambienti situati in basso, fosse o avvallamenti. In questo modo una concentrazione critica di anidride carbonica può accumularsi inavvertitamente e rimanere in questo stato per lungo tempo.
- È sconsigliato conservare o utilizzare anidride carbonica in ambienti non adeguatamente ventilati (ad es. in cantine).
- Nel caso degli impianti di ventilazione meccanici, l'aspirazione deve trovarsi tassativamente a livello del suolo.



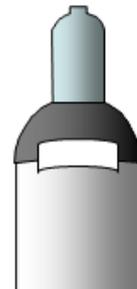
## Anidride carbonica liquida

Nelle bombole di gas, nei contenitori criogenici o nei serbatoi viene immagazzinata anidride carbonica in forma liquida. Se la CO<sub>2</sub> sotto pressione viene depressurizzata alla pressione atmosferica, si forma improvvisamente CO<sub>2</sub> gassosa e ghiaccio secco (neve secca). Successivamente anche il ghiaccio secco/neve evapora (sublima) direttamente nello stato gassoso ed entrano in gioco le caratteristiche e i pericoli dell'anidride carbonica gassosa (ved. "Anidride carbonica gassosa").

### Anidride carbonica in bombole (colore spalla "grigio polvere")

Contrariamente alla maggior parte dei gas standard, il contenuto di una bombola di CO<sub>2</sub> è allo stato liquido, ovvero "liquefatto sotto pressione". Per questo motivo il contenuto della bombola di anidride carbonica non viene dichiarato in litri, bensì in kg. La pressione del liquido nella bombola di gas è di circa 57 bar a 20 °C. Il contenuto della bombola non può essere determinato collegandovi un manometro.

Le valvole delle bombole di CO<sub>2</sub> presentano una protezione contro le alte pressioni sotto forma di un disco di rottura. Questo dispositivo non deve assolutamente essere manomesso per evitare la fuoriuscita occasionale e pericolosa di CO<sub>2</sub>.



Durante il prelievo di CO<sub>2</sub> occorre fare attenzione alla posizione corretta della bombola. Nel caso delle bombole con tubo a immersione, con il contenitore verticale viene prelevata CO<sub>2</sub> liquida. Nella stessa situazione, senza tubo a immersione viene prelevata anidride carbonica gassosa. Se la bombola è in posizione orizzontale (anche senza tubo a immersione), aprendo la valvola può fuoriuscire involontariamente ghiaccio secco/neve o grandi quantità di CO<sub>2</sub> gassosa. I riduttori di pressione collegati possono essere danneggiati irreparabilmente in caso di penetrazione di CO<sub>2</sub> liquida.



Pericolo di scoppio di bombole:

- Il travaso non autorizzato di anidride carbonica da una bombola all'altra è rischioso. Lo stato di carica di una bombola di CO<sub>2</sub> può essere stabilito solo tramite pesatura e non tramite misurazione della pressione. Una bombola di CO<sub>2</sub> "sovraccarica" senza disco di rottura può scoppiare già a temperatura ambiente.



### Ulteriori pericoli dell'anidride carbonica liquida

Pericolo di soffocamento / intossicazione da CO<sub>2</sub>:

- L'anidride carbonica liquida evapora con un enorme aumento di volume. In questa fase, quando 1 kg di liquido espandendosi raggiunge la pressione atmosferica, vengono generati circa 550 litri di anidride carbonica gassosa. In questo modo si ha un aumento repentino della concentrazione di CO<sub>2</sub> e un forte spostamento dell'ossigeno nell'aria ambiente.



Pericolo di congelamento:

- L'anidride carbonica può danneggiare l'uomo anche a causa dell'azione del freddo. Quando la CO<sub>2</sub> raffreddata per depressurizzazione incontra la pelle umana sotto forma di ghiaccio secco/neve (-78 °C), può dare luogo a dolorosi "congelamenti". I tessuti particolarmente sensibili quali la cornea sono particolarmente a rischio.



Sovrapressione in contenitori:

- Se la CO<sub>2</sub> liquida evapora all'interno di un contenitore chiuso (ad es. serbatoio), può causare un forte aumento della pressione. Senza una depressurizzazione adeguata sul contenitore, quest'ultimo può scoppiare.



Espansione involontaria:

- Se la pressione di un impianto caricato con CO<sub>2</sub> liquida scende sotto 5,1 bar, si crea spontaneamente CO<sub>2</sub> solida e gassosa. La CO<sub>2</sub> solida può compromettere il funzionamento di valvole e dispositivi di sicurezza e, di conseguenza, apportare ingenti danni agli impianti.

## Anidride carbonica solida ⇔ ghiaccio secco

Il ghiaccio secco è composto da neve di CO<sub>2</sub> compattata prodotta tramite espansione dell'anidride carbonica liquida. Alla pressione atmosferica il ghiaccio secco ha una temperatura di -78 °C. Se in queste condizioni il ghiaccio secco si riscalda, non fonde ma sublima (evapora) senza lasciare residui in CO<sub>2</sub> gassosa. In questo stato entrano in gioco le caratteristiche e i pericoli dell'anidride carbonica gassosa (ved. "Anidride carbonica gassosa").

### Ulteriori pericoli del ghiaccio secco

Pericolo di soffocamento / intossicazione da CO<sub>2</sub>:

- A seconda del grado di compattazione, da un kg di ghiaccio secco si ottengono 300-400 litri di anidride carbonica gassosa. In questo modo si ha un aumento repentino della concentrazione di CO<sub>2</sub> e un forte spostamento dell'ossigeno nell'aria ambiente.
- Con una scatola per il trasporto ben isolata è possibile ridurre notevolmente la velocità di evaporazione (ma non evitare questo processo).
- L'accesso delle persone agli ambienti in cui il ghiaccio secco viene conservato è consentito solamente se la CO<sub>2</sub> gassosa che si genera viene evacuata tramite una ventilazione adeguata.
- Il ghiaccio secco può essere trasportato solamente su pianali di carico che sono separati a tenuta di gas dalla cabina o dal vano passeggeri, o se può essere assicurata una ventilazione sufficiente.



Pericolo di congelamento:

- Il ghiaccio secco non è un ghiaccio alimentare. Non deve mai essere messo in bocca né aggiunto direttamente alle bibite senza dispositivo di protezione.
- Toccare il ghiaccio secco solo con guanti o con apposite pinze. Il contatto diretto con la pelle non protetta può causare gravi congelamenti (-78 °C).
- Se il ghiaccio secco viene frantumato a mano con un utensile adatto, gli occhi devono essere protetti con un paio di occhiali di protezione contro le schegge di ghiaccio secco.



Sovrapressione in contenitori:

- Se il ghiaccio secco sublima all'interno di un contenitore chiuso a tenuta di gas (ad es. frigo box con guarnizione), può causare un forte aumento della pressione. Senza una depressurizzazione adeguata, un contenitore di questo tipo può scoppiare.
- Conservare solo in contenitori adatti, ben isolati, ma non chiusi ermeticamente.



Manipolazione da parte di persone non autorizzate:

- Il ghiaccio secco non è un giocattolo e deve essere tenuto fuori dalla portata dei bambini.
- Le persone non addestrate non devono avere accesso al ghiaccio secco.



## Considerazione finale

Le informazioni sulle proprietà dell'anidride carbonica e del ghiaccio secco rilevanti per la sicurezza sono riportate nelle schede tecniche di sicurezza (SDS). Per altre domande sulla manipolazione, rivolgersi ai propri fornitori di gas.

**L'anidride carbonica "non è solo asfissiante", infatti un'intossicazione da anidride carbonica può verificarsi anche se l'aria ambiente contiene ancora una quantità sufficiente di ossigeno.**

## Campo di applicazione / Ambito

Questo documento sostituisce le attuali raccomandazioni di sicurezza IGS "Sicurezza nella gestione del ghiaccio secco" IGS-TS-009/06.

Il campo di applicazione di questa raccomandazione di sicurezza contempla i serbatoi a pressione (bombole di gas) e i contenitori criogenici che vengono utilizzati come contenitori di trasporto e stoccaggio di gas. Questa documentazione non è valida per i serbatoi di gas.

## Ulteriori documenti (elenco non definitivo)

- Pubblicazione SUVA "Valori limite sul posto di lavoro" n. 1903.i
- Informazione sulla sicurezza EIGA "Carbon Dioxide Physiological Hazards" n. 24/11/I

Avete altre domande?

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

---

Consegnato da:

Linde Gas Schweiz AG

Sede principale, Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen  
Telefono 0844 800 300, [contact.lg.ch@linde.com](mailto:contact.lg.ch@linde.com)  
[linde.ch](http://linde.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.