

Scheda di Dati di Sicurezza (SDS/MSDS)

Trifluorometano (R23 / HFC-23)

N. CAS: 75-46-7 N. ONU: 1984 Data: 29 agosto 2026 Versione: V1.0

1 Identificazione del prodotto chimico e della società

1.1 Identificazione del prodotto

Nome chimico	Trifluorometano
Sinonimi	R23, HFC-23, HFC23, Fluoroform, Freon 23, FE-13
Numero CAS	75-46-7
Numero ONU	1984 (gas liquefatto ad alta pressione)
Numero di identificazione della merce pericolosa	22026 (Classe 2.2 Gas non infiammabile, non tossico)
Formula molecolare	CHF ₃
Peso molecolare	70,01 g/mol
Usi principali	Refrigerante per basse temperature estreme (stadio a bassa temperatura dei sistemi di refrigerazione a cascata), agente estinguente (sistemi a saturazione totale), gas di incisione per la fabbricazione di semiconduttori, intermedio di sintesi organica

1.2 Informazioni su fabbricante/fornitore

Nome del fornitore	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Indirizzo	N. 7 Longtan Road, Distretto di Yuhang, Hangzhou, Zhejiang, Cina
Codice postale	311100
Telefono	+86-571-87024025
Fax	+86-571-87024025
E-mail	safety@wulachem.cn

1.3 Telefono di emergenza

Linea di emergenza chimica nazionale (Cina): +86-532-83889090 (24 ore)

Emergenza chimica dello Zhejiang: +86-571-88071797

Telefono di emergenza del fornitore: +86-571-87024025

2 Identificazione dei pericoli

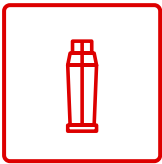
2.1 Classificazione di pericolo GHS

Classificazione di pericolo:

- Gas sotto pressione (Pericolo fisico) — Gas liquefatto ad alta pressione
- Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola (Pericolo per la salute, effetti narcotici) — Categoria 3 (a concentrazioni elevate)

Nota: il congelamento causato dal contatto del liquido con pelle/occhi è una lesione fisica da basse temperature; in GHS non esiste una categoria specifica «congelamento». Questa sostanza è di Classe ASHRAE A1 (non infiammabile, bassa tossicità). Il principale pericolo fisico è rappresentato dal gas sotto pressione.

2.2 Elementi dell'etichetta GHS



GHS04 Bombola di gas

Parola di avvertimento: **ATTENZIONE**

Indicazioni di pericolo:

H280 Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato.

H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.

Consigli di prudenza:

P102 Tenere fuori dalla portata dei bambini.

P271 Utilizzare solo all'aperto o in luogo ben ventilato.

P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso.

P304+P340 IN CASO DI INALAZIONE: Trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione.

P308+P313 In caso di esposizione o di dubbio: consultare un medico.

P403 Conservare in luogo ben ventilato.

P410+P403 Proteggere dalla luce solare. Conservare in luogo ben ventilato.

2.3 Altri pericoli

- Il vapore è più pesante dell'aria e può propagarsi al suolo, accumulandosi in zone basse e creando ambienti poveri di ossigeno.
- Questo prodotto non è infiammabile, ma si decompone ad alte temperature (>400°C) producendo gas tossici e corrosivi (fluoruro di idrogeno, ecc.).
- Le bombole possono rompersi se riscaldate a causa dell'aumento della pressione interna.
- A concentrazioni elevate, può causare asfissia semplice e sensibilizzazione cardiaca (aritmia).

Nota sulla temperatura critica:R23 ha una temperatura critica di 25,9°C (78,6°F), prossima alla temperatura ambiente. Quando la temperatura ambiente supera 25,9°C, la sostanza nella bombola passa a uno stato di fluido supercritico e la pressione di vapore sale bruscamente fino alla pressione critica (circa 4,84 MPa / 701,6 psia), ponendo esigenze estreme alla resistenza a pressione della bombola. La temperatura deve essere rigorosamente controllata durante il trasporto e lo stoccaggio estivi per prevenire surriscaldamento e sovrappressione.

3 Composizione/informazioni sugli ingredienti

3.1 Sostanza/miscela

Questo prodotto è una sostanza pura.

3.2 Informazioni sugli ingredienti

Nome del componente	Numero CAS	Concentrazione (frazione massica)
Trifluorometano	75-46-7	≥99,9% (Qualità premium ≥99,95%)

3.3 Informazioni sulle impurità

Impurità	Qualità premium	Prima qualità
Acidità (come HCl)	≤0,1 ppm	≤1 ppm
Umidità	≤5 ppm	≤10 ppm
Residuo di evaporazione	≤100 ppm	≤100 ppm
Gas non condensabili (25°C, volume)	≤1.5%	≤1.5%

Cloruri	Conforme	Conforme
---------	----------	----------

4 Misure di primo soccorso

4.1 Descrizione delle misure di primo soccorso necessarie

Indicazioni generali: Allontanare immediatamente il paziente dalla zona contaminata. Mantenere caldo e tranquillo. Mostrare questa scheda di dati di sicurezza al medico curante.

Inalazione:

- Condurre rapidamente il paziente all'aria fresca. Mantenere le vie aeree libere.
- In caso di difficoltà respiratoria, somministrare ossigeno.
- Se la respirazione è cessata, praticare la respirazione artificiale (utilizzare una maschera con pallone o maschera pocket; evitare la respirazione bocca a bocca).
- Se il battito cardiaco è cessato, iniziare immediatamente la RCP.
- Mantenere il paziente caldo e a riposo. Osservare attentamente.
- Consultare immediatamente un medico.

Contatto con la pelle (Congelamento):

- Sciacquare immediatamente la zona congelata con abbondante acqua tiepida (37-40°C / 98,6-104°F) per favorire il riscaldamento.
- NON usare acqua calda (>40°C) o calore diretto (e.g., riscaldatori elettrici).
- Evitare di strofinare le zone congelate per prevenire il peggioramento dei danni ai tessuti.
- Rimuovere con cautela gli indumenti congelati. Se gli indumenti aderiscono alla pelle, non rimuoverli con forza; tagliare intorno alla zona aderente.
- Coprire la ferita con una medicazione sterile.
- Consultare immediatamente un medico.

Contatto con gli occhi:

- Mantenere immediatamente le palpebre aperte e sciacquare con abbondante acqua corrente o soluzione salina per almeno 15 minuti.
- Assicurarsi di sciacquare accuratamente tutte le parti del globo oculare sollevando le palpebre superiore e inferiore.
- Rimuovere le lenti a contatto prima del risciacquo, se possibile.
- Consultare immediatamente un medico, preferibilmente un oftalmologo.

Ingestione:

Non applicabile. Questo prodotto è un gas a temperatura ambiente e non può essere ingerito.

4.2 Sintomi e effetti sulla salute più importanti

- Inalazione acuta: vertigini, sonnolenza, mal di testa, nausea, perdita di coordinazione, perdita di coscienza, aritmia.
- Inalazione ad alta concentrazione: può causare asfissia semplice (spiazzamento dell'ossigeno nell'aria) e sensibilizzazione cardiaca (aritmia).
- Contatto della pelle con il liquido: congelamento (la pelle diventa bianca, si indurisce, dolore, vesciche).
- Contatto degli occhi con il liquido: congelamento grave, danni alla cornea, alterazione della vista.

4.3 Indicazioni per un immediato intervento medico e trattamento speciale

Nota per il medico:

- Trattare sintomaticamente. Mantenere la pervietà delle vie aeree. Somministrare ossigeno se necessario.
- Monitorare la funzione cardiaca; l'esposizione ad alta concentrazione può causare aritmia.
- Evitare farmaci catecolaminergici come l'epinefrina (possono aumentare la sensibilità miocardica ai fluorocarburi, inducendo fibrillazione ventricolare).
- Trattare il congelamento con metodi convenzionali: riscaldamento con acqua tiepida (37-40°C). Non usare mai calore secco o strofinamento.
- In caso di sospetta esposizione a prodotti di decomposizione termica (HF), trattare come avvelenamento da fluoruro di idrogeno. Monitorare il calcio sierico e somministrare gluconato di calcio se necessario.

5

Misure antincendio

5.1 Mezzi di estinzione

Mezzi di estinzione idonei: Questo prodotto non è infiammabile. Utilizzare agenti estinguenti appropriati per l'incendio circostante. Possono essere utilizzati anidride carbonica, polvere chimica secca, spruzzo d'acqua o schiuma.

Mezzi di estinzione non idonei: Nessuna restrizione specifica.

5.2 Pericoli specifici

- Questo prodotto non è infiammabile. Nessun punto di infiammabilità. Nessun limite di esplosività.
- Si decompone ad alte temperature (>400°C) producendo gas tossici e corrosivi: fluoruro di idrogeno, monossido di carbonio, fluoruro di carbonile, ecc.
- Le bombole possono rompersi se riscaldate a causa dell'aumento della pressione interna. Questo rischio è particolarmente critico quando la temperatura ambiente si avvicina o supera la temperatura critica (25,9°C).
- Può reagire con metalli alcalini, metalli alcalino-terrosi e polvere di alluminio in determinate condizioni.

5.3 Prodotti della combustione pericolosi

Fluoruro di idrogeno (HF), monossido di carbonio (CO), fluoruro di carbonile (COF₂), altri composti fluorurati

5.4 Misure e attrezzature di protezione antincendio

- I vigili del fuoco devono indossare un apparecchio di respirazione autonoma a pressione positiva (SCBA) e l'equipaggiamento completo di protezione antincendio.
- Allontanare i contenitori dalla zona dell'incendio se è possibile farlo in sicurezza.
- Raffreddare i contenitori esposti al fuoco con spruzzi d'acqua fino al termine delle operazioni antincendio.
- Se i contenitori esposti al fuoco cambiano colore o emettono suoni dai dispositivi di rilascio della pressione, evacuare immediatamente.
- Isolare la scena dell'incidente. È vietato l'accesso a persone non autorizzate.
- Evitare di dirigere getti d'acqua direttamente sul gas liquefatto fuoriuscito, poiché ciò ne accelera l'evaporazione e la dispersione.

6

Misure in caso di rilascio accidentale

6.1 Misure precauzionali personali, attrezzature di protezione e procedure di emergenza

- Evacuare rapidamente il personale dalla zona della perdita verso luoghi a monte del vento. Isolare l'area e limitare severamente l'accesso.
- I soccorritori devono indossare SCBA a pressione positiva, indumenti da lavoro comuni, guanti protettivi a bassa temperatura e occhiali di sicurezza.
- Entrare nel sito dalla direzione a monte del vento.
- Chiudere la fonte della perdita se possibile.
- Non toccare né camminare sul materiale fuoriuscito.
- Designare personale di contatto di emergenza e tenersi pronti per il supporto esterno.

6.2 Misure di protezione ambientale

- Impedire che il gas penetri in fognature, seminterrati o spazi chiusi.
- Fornire una ventilazione adeguata per accelerare la dispersione.
- **Prestare particolare attenzione al controllo delle emissioni di gas serra durante le perdite di grandi dimensioni.** R23 ha un GWP di 14.700. Il recupero dovrebbe essere prioritario per prevenire il rilascio nell'atmosfera.
- Evitare il rilascio nell'atmosfera, nelle acque e nel suolo.

6.3 Metodi e materiali per il contenimento e la pulizia

- **Perdite di piccole dimensioni:** Aumentare la ventilazione per accelerare la dispersione del gas. Monitorare i livelli di ossigeno per prevenire l'asfissia.
- **Perdite di grandi dimensioni:**
 - Chiudere la valvola della fonte della perdita (se l'operazione è sicura).

- Utilizzare attrezzature dedicate di recupero del gas per recuperare il gas (metodo preferito per il riciclo).
- Se il recupero non è possibile, utilizzare spruzzi d'acqua per diluire e sciogliere, ma prevenire l'inquinamento dell'acqua.
- Se la valvola della bombola non può essere chiusa, immergere la bombola in una soluzione alcalina per il trattamento di assorbimento.
- **Smaltimento delle bombole perdenti:** Spostare la bombola in un'area sicura e ben ventilata e rilasciare lentamente. Se la valvola non può essere chiusa, contattare il fornitore per una gestione professionale.

6.4 Riferimenti

Vedere la Sezione 8 (Controlli dell'esposizione/protezione individuale) e la Sezione 13 (Considerazioni sullo smaltimento).

Avvertenza speciale: La densità di vapore di R23 è circa 2,4 volte quella dell'aria. Si accumula in zone basse e spazi chiusi, creando un ambiente povero di ossigeno. Prima di entrare in spazi chiusi o zone basse, il contenuto di ossigeno deve essere verificato ($\geq 19,5\%$) con monitoraggio di riserva da parte di un'altra persona.

7 Manipolazione e stoccaggio

7.1 Misure precauzionali per la manipolazione

- Operare in un sistema chiuso. Fornire una ventilazione naturale o locale di scarico adeguata.
- Il personale deve ricevere una formazione specialistica, seguire rigorosamente le procedure operative e possedere le relative certificazioni.
- Impedire la fuoriuscita di gas nell'aria del luogo di lavoro.
- Evitare il contatto con metalli reattivi e ossidanti forti.
- Manipolare le bombole con delicatezza. Prevenire danni a bombole e accessori. Non far cadere, scivolare, rotolare o urtare.
- Dotare il luogo di lavoro di attrezzature per la gestione delle perdite di emergenza.
- Non fumare, mangiare o bere nel luogo di lavoro.
- Indossare guanti isolanti termici e occhiali di sicurezza durante la manipolazione del liquido per prevenire il congelamento.
- Utilizzare sistemi di ventilazione e attrezzature antideflagranti.
- Ispezionare regolarmente bombole, valvole e tubazioni per verificare la presenza di perdite.
- Evitare ambienti ad alta temperatura nel luogo di lavoro. Prestare particolare attenzione al fatto che la temperatura ambiente non deve superare 25°C (vicino alla temperatura critica).

7.2 Condizioni di stoccaggio sicuro, incluse incompatibilità

- Conservare in un magazzino fresco, asciutto e ben ventilato destinato a gas non infiammabili.
- La temperatura di stoccaggio non deve superare 25°C (vicino alla temperatura critica di 25,9°C; il superamento causa stato supercritico e aumento di pressione). Tenere lontano da fuoco, fonti di calore e luce solare diretta.
- Conservare separatamente da ossidanti e metalli reattivi. Non stoccare insieme.
- L'area di stoccaggio deve essere dotata di attrezzature per la gestione delle perdite di emergenza.
- Le bombole devono essere stoccate in posizione verticale con cappucci delle valvole e anelli ammortizzanti correttamente applicati. Fissare le bombole per prevenire ribaltamenti.
- Utilizzare illuminazione e impianti di ventilazione antideflagranti.
- Non utilizzare attrezzature e utensili meccanici che possano produrre scintille.
- Fattore di riempimento massimo: 0,76 kg/L.
- Affiggere chiari cartelli di avvertimento per la sicurezza nell'area di stoccaggio.
- Attuare procedure di ricezione/spedizione e custodia a due persone.

Nota sulla temperatura di stoccaggio: R23 ha una temperatura critica di soli 25,9°C. Negli ambienti estivi ad alta temperatura, il mezzo nella bombola può facilmente raggiungere o superare la temperatura critica, entrando in uno stato supercritico. A questo punto, indipendentemente dalla pressione applicata, il gas non può essere liquefatto e la pressione di vapore sarà pari o prossima alla pressione critica (4,84 MPa / 701,6 psia), costituendo una grave minaccia per la sicurezza della bombola. La temperatura dell'ambiente di stoccaggio non deve superare 25°C e deve essere fornita una monitoraggio della temperatura con dispositivi di allarme di sovratemperatura.

7.3 Usi finali specifici

Solo per uso industriale. Il personale deve essere professionalmente formato. Applicazioni principali: refrigerante per basse temperature estreme per lo stadio a bassa temperatura dei sistemi di refrigerazione a cascata (temperatura di evaporazione -80°C fino a -100°C), agente estinguente per sistemi a saturazione totale, gas di incisione per la fabbricazione di semiconduttori. Vietato per contatto con alimenti, inalazione medica o altri usi non approvati.

8 Controlli dell'esposizione/protezione individuale

8.1 Limiti di esposizione professionali

OEL Cina	Nessun limite legale stabilito. Riferimento consigliato: ACGIH TLV: 1000 ppm (TWA, 8 ore)
ACGIH TLV-TWA (USA)	1000 ppm (circa 2890 mg/m ³), media ponderata nel tempo
OSHA PEL-TWA (USA)	1000 ppm (TWA di 8 ore)

MAK tedesco	1000 ppm (circa 2900 mg/m ³)
Limite di esposizione biologica	Non stabilito

Nota: secondo GBZ 2.1-2019 «Limiti di esposizione occupazionale per fattori pericolosi sul luogo di lavoro - Parte 1: Fattori chimici pericolosi», questa sostanza non è attualmente elencata nella tabella dei limiti di esposizione occupazionale della Cina. Si raccomanda di fare riferimento a standard internazionali durante le operazioni.

8.2 Metodi di monitoraggio dell'esposizione

Cromatografia gassosa con rilevazione a ionizzazione di fiamma (GC-FID) o spettrometria di massa (GC-MS); spettroscopia infrarossa non dispersiva (NDIR)

8.3 Misure di controllo ingegneristiche

- Recintare i processi produttivi. Fornire ventilazione di scarico generale o locale.
- Fornire docce di sicurezza e stazioni di lavaggio oculare.
- Installare allarmi di rilevamento del gas (monitoraggio dell'ossigeno e del fluoruro) nelle aree in cui possono verificarsi perdite di grandi dimensioni.
- Utilizzare attrezzature elettriche antideflagranti.

8.4 Equipaggiamento di protezione individuale

Protezione delle vie respiratorie:

- Condizioni normali (concentrazione nell'aria al di sotto dei limiti): non è richiesta protezione speciale.
- A concentrazioni più elevate: si raccomanda un respiratore a semimaschera con cartucce per vapori organici/gas acidi.
- Ambienti ad alta concentrazione o soccorso/evacuazione di emergenza: necessario apparecchio di respirazione autonoma a pressione positiva (SCBA).

Protezione degli occhi:

- Operazioni normali: non è richiesta protezione speciale.
- Durante la manipolazione del liquido o il possibile contatto con il liquido: devono essere indossati occhiali di sicurezza chimici o schermo facciale per prevenire il congelamento.

Protezione della pelle:

- Protezione delle mani: guanti da lavoro comuni per operazioni normali; guanti isolanti a bassa temperatura (es. guanti per ghiaccio secco, guanti in pelle per il freddo) per il contatto con il liquido.
- Protezione del corpo: indumenti da lavoro comuni per operazioni normali; tuta per il freddo per il contatto con il liquido.
- Altro: non fumare nel luogo di lavoro. Evitare l'inalazione ad alta concentrazione. Quando si entra in serbatoi, spazi confinati o altre aree ad alta concentrazione, è richiesto il monitoraggio di riserva da parte di un'altra persona.

8.5 Misure igieniche

- Rimuovere prontamente gli indumenti contaminati dopo il lavoro. Lavare accuratamente la pelle.
- Mantenere buone abitudini di igiene personale.
- I luoghi di lavoro devono essere dotati di stazioni di lavaggio oculare e docce di emergenza.

9 Proprietà fisiche e chimiche

9.1 Proprietà fisiche e chimiche di base

Aspetto	Gas incolore con un lieve odore etereo; gassoso a temperatura e pressione ambiente; liquido incolore trasparente sotto pressione
Soglia olfattiva	Nessun dato disponibile (lieve odore etereo)
pH	Non applicabile (gas)
Punto di fusione	-155,0°C (-247,0°F)
Punto di ebollizione (101,3 kPa)	-82,1°C (-115,8°F)
Punto di infiammabilità	Nessuno (gas non infiammabile)
Velocità di evaporazione	Nessun dato disponibile
Infiammabilità (gas)	Non infiammabile
Limiti di esplosività superiore/inferiore	Non applicabile (gas non infiammabile)
Pressione di vapore (25°C)	Circa 4,84 MPa (4840 kPa) — prossima alla pressione critica; una temperatura leggermente superiore a 25°C raggiunge lo stato supercritico
Densità di vapore (aria = 1)	Circa 2,4 (più pesante dell'aria)
Densità del liquido (al punto di ebollizione)	Circa 1,445 g/cm ³
Solubilità	Leggermente solubile in acqua (circa 0,1 g/L a 25°C); solubile in etanolo, etere ed altri solventi organici
Coefficiente di ripartizione (log P, ottanolo/acqua)	Circa 0,64
Temperatura di autoaccensione	Non applicabile (non infiammabile)

Temperatura di decomposizione	>400°C (inizia la decomposizione termica)
-------------------------------	---

9.2 Proprietà termodinamiche

Temperatura critica	25,9°C (78,6°F) — prossima alla temperatura ambiente; richiede particolare attenzione
Pressione critica	4,836 MPa (4836 kPa / 701,6 psia)
Densità critica	0,528 g/cm ³
Volume critico	133 cm ³ /mol
Calore di vaporizzazione (al punto di ebollizione)	Circa 231 kJ/kg
Calore specifico del liquido (al punto di ebollizione)	Circa 1,88 kJ/(kg·°C)
Calore specifico del gas (25°C, pressione costante)	0,726 kJ/(kg·°C)

9.3 Altri dati di sicurezza

Classe di sicurezza ASHRAE	A1 (non tossico, non infiammabile)
Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP)	0 (non esaurisce lo strato di ozono; vedere la Sezione 12.6)
Potenziale di riscaldamento globale (GWP, orizzonte temporale di 100 anni)	14.700 (effetto serra estremamente elevato; vedere la Sezione 12.6)
Tempo di permanenza in atmosfera	Circa 270 anni

Nota sulla temperatura critica: R23 ha una temperatura critica di 25,9°C, una delle più basse tra i refrigeranti comuni. Ciò significa:

- Sotto 25°C, R23 può esistere come liquido sotto pressione (gas liquefatto ad alta pressione);
- Sopra 25,9°C, R23 entra in uno stato supercritico e non può essere liquefatto solo con la pressione. La pressione di vapore è pari o prossima alla pressione critica;
- Nelle applicazioni pratiche, R23 viene utilizzato principalmente nello stadio a bassa temperatura dei sistemi di refrigerazione a cascata (temperatura di evaporazione -80°C fino a -100°C) e non da solo per la refrigerazione convenzionale;

- La temperatura deve essere rigorosamente controllata durante il trasporto e lo stoccaggio per prevenire lo stato supercritico e la sovrappressione.

10 Stabilità e reattività

10.1 Reattività

Chimicamente stabile a temperatura e pressione normali. Non incline a reazioni chimiche.

10.2 Stabilità chimica

Stabile a temperatura e pressione normali.

10.3 Possibilità di reazioni pericolose

- Decomposizione termica ad alte temperature ($>400^{\circ}\text{C}$), producendo fluoruro di idrogeno tossico, monossido di carbonio e fluoruro di carbonile.
- Può reagire con metalli alcalini, metalli alcalino-terrosi e polvere di alluminio ad alte temperature o in condizioni specifiche.
- Può subire reazioni di ossidoriduzione con ossidanti forti.

10.4 Condizioni da evitare

Alta temperatura, fiamma aperta, fonti di calore dirette, sovrappressione delle bombole. Attenzione particolare: evitare temperature ambiente superiori alla temperatura critica di $25,9^{\circ}\text{C}$.

10.5 Materiali incompatibili

Metalli reattivi (sodio, potassio, calcio, polvere di alluminio, polvere di magnesio, ecc.), ossidanti forti

10.6 Prodotti di decomposizione pericolosi

Fluoruro di idrogeno (HF), monossido di carbonio (CO), fluoruro di carbonile (COF_2), altri composti fluorurati

10.7 Pericolo di polimerizzazione

Non si verifica polimerizzazione.

11 Informazioni tossicologiche

11.1 Tossicità acuta

Inalazione LC ratto_{50} (4 ore)	>500.000 ppm (oltre il 50% in volume, concentrazione massima testata)
Inalazione LC topo_{50} (2 ore)	>700.000 ppm
LD dermico coniglio $_{50}$	Nessun dato (sostanza gassosa)

11.2 Irritazione/corrosione cutanea

Il contatto con il liquido può causare congelamento (lesione fisica) ma non è una sostanza chimicamente corrosiva. Classificazione GHS: nessuna classificazione di corrosione/irritazione cutanea (solo congelamento fisico).

11.3 Irritazione/corrosione oculare

Il contatto con il liquido può causare congelamento grave e danni alla cornea. Classificazione GHS: nessuna classificazione specifica di irritazione oculare (effetto di congelamento fisico).

11.4 Sensibilizzazione respiratoria o cutanea

Nessuna sensibilizzazione segnalata. Studi animali esistenti e dati epidemiologici non mostrano effetti sensibilizzanti.

11.5 Mutagenicità delle cellule germinali

Test in vitro e in vivo (test di Ames, test delle aberrazioni cromosomiche, test del micronucleo nel topo, ecc.) non hanno mostrato effetti mutageni.

11.6 Cancerogenicità

Nessuna evidenza sufficiente di cancerogenicità.

- IARC (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro): Non elencato
- ACGIH (Conferenza americana degli igienisti industriali governativi): Gruppo A4 (Non classificabile come cancerogeno per l'uomo)
- EPA (Agenzia statunitense per la protezione ambientale): Non elencato

11.7 Tossicità per la riproduzione

Studi su animali non hanno mostrato tossicità riproduttiva o dello sviluppo significativa ad alte concentrazioni (>50.000 ppm). Nessun dato disponibile sulla tossicità riproduttiva umana.

11.8 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola

- Effetti narcotici (Categoria 3): l'inalazione ad alta concentrazione può causare depressione del sistema nervoso centrale, manifestandosi con vertigini, sonnolenza, mal di testa e alterazione della coscienza.
- Effetti cardiaci: l'esposizione ad alta concentrazione può causare aritmia, specialmente sotto stress o esercizio fisico (sensibilizzazione cardiaca ai catecolamine).
- Asfissia semplice: ad alte concentrazioni, può spiazzare l'ossigeno nell'aria, causando asfissia ipossica.

11.9 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione ripetuta

L'esposizione ripetuta a bassa concentrazione non ha mostrato tossicità significativa per organi bersaglio. Studi di inalazione a lungo termine sugli animali (ad alta concentrazione) non hanno rivelato danni d'organo definitivi.

11.10 Pericolo di aspirazione

Essendo un gas, la polmonite da aspirazione non è generalmente un problema. Tuttavia, l'inalazione ad alta concentrazione può causare depressione del sistema nervoso centrale, sensibilizzazione cardiaca e asfissia

semplice.

12 Informazioni ecologiche

12.1 Ecotossicità

Tossicità acuta per i pesci (LC ₅₀ , 96h)	> 100 mg/L (bassa tossicità per i pesci)
Tossicità acuta per Daphnia (EC ₅₀ , 48h)	> 100 mg/L
Inibizione della crescita delle alghe (EC ₅₀ , 72h)	> 100 mg/L
Tossicità batterica	Nessun dato disponibile

12.2 Persistenza e degradabilità

- Degradazione atmosferica: principalmente degradato dalla reazione con i radicali idrossilici. Tempo di permanenza in atmosfera: circa 270 anni (estremamente persistente).
- Biodegradabilità: non prontamente biodegradabile (resistente alla decomposizione microbica).
- Idrolisi: non prontamente idrolizzabile a temperatura ambiente.
- Fotolisi: può subire degradazione fotochimica in atmosfera, ma a velocità molto lenta.

12.3 Potenziale di bioaccumulo

log P = 0,64. Basso potenziale di bioaccumulo (sotto la soglia di bioconcentrazione di log P = 4,5).

12.4 Mobilità nel suolo

Essendo un gas, si volatilizza facilmente. La bassa solubilità in acqua comporta un'alta mobilità. Dopo essere entrato nel suolo, si volatilizza facilmente nell'atmosfera.

12.5 Valutazione PBT e vPvB

Non soddisfa i criteri PBT (Persistente, Bioaccumulabile e Tossico)/vPvB (molto Persistente, molto Bioaccumulabile). Tuttavia, il suo tempo di permanenza atmosferica estremamente lungo (270 anni) presenta caratteristiche di elevata persistenza.

12.6 Altri effetti ambientali negativi

Avvertenza su potenziale di riscaldamento globale (GWP) estremamente elevato:

- **Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP):** 0 (non esaurisce lo strato di ozono; sostanza HFC non ODS)

- **Potenziale di riscaldamento globale (GWP, orizzonte temporale di 100 anni):** 14.700 (relativo a $\text{CO}_2 = 1$) — uno dei valori GWP più elevati tra i refrigeranti comuni
- **Tempo di permanenza in atmosfera:** Circa 270 anni (estremamente resistente alla degradazione naturale)
- Il GWP di R23 è circa 11 volte quello di R134A (GWP = 1.300) e 14.700 volte quello del CO_2
- Un rilascio su larga scala avrebbe un impatto grave sul riscaldamento globale. Le emissioni devono essere rigorosamente controllate, dando priorità a recupero e riciclo.

13 Considerazioni sullo smaltimento

13.1 Metodi di trattamento dei rifiuti

Prodotto/residui:

- **Il rilascio diretto nell'atmosfera è severamente vietato** (GWP = 14.700, effetto serra estremamente elevato).
- Il recupero e la rigenerazione per il riciclo è il metodo di trattamento preferito.
- Se il riciclo non è possibile, inviare a un impianto qualificato di trattamento dei rifiuti pericolosi.
- Può essere utilizzata l'incenerazione ad alta temperatura; le emissioni di fluoruro dai fumi di incenerimento devono essere rimosse tramite lavaggi alcalini.
- Possono essere utilizzate tecnologie avanzate come la decomposizione al plasma o la decomposizione catalitica.
- Non scaricare nelle fognature, nelle acque o nel suolo.

Imballaggio contaminato:

- Le bombole vuote devono essere restituite al fornitore o a un impianto di trattamento qualificato. Non smaltire o tagliare senza autorizzazione.
- Le bombole vuote che conservano una pressione residua devono essere gestite come rifiuti pericolosi.

13.2 Misure precauzionali per lo smaltimento

- Consultare le normative nazionali e locali prima dello smaltimento, come la «Legge della Repubblica Popolare Cinese sulla prevenzione e il controllo dell'inquinamento ambientale da rifiuti solidi» e lo «Standard di controllo dell'inquinamento per lo stoccaggio dei rifiuti pericolosi».
- Gli operatori devono indossare appropriata attrezzatura di protezione individuale (vedere la Sezione 8).
- Garantire una ventilazione adeguata per prevenire l'asfissia.
- Lo smaltimento deve essere effettuato da entità qualificate.
- I registri di smaltimento devono essere conservati.

- Essendo una sostanza con GWP estremamente elevato, lo smaltimento di R23 deve rispettare rigorosamente i requisiti di riduzione delle emissioni del Protocollo di Kigali e delle pertinenti normative di controllo degli HFC.

14 Informazioni sul trasporto

14.1 Numero ONU

1984 (Trifluorometano, gas liquefatto ad alta pressione)

14.2 Denominazione di spedizione ONU

TRIFLUOROMETANO / GAS REFRIGERANTE R 23

14.3 Classe di pericolo per il trasporto

Classe 2.2 — Gas non infiammabile, non tossico

14.4 Gruppo di imballaggio

Non applicabile (i gas di Classe 2 non hanno classificazione per gruppo di imballaggio)

14.5 Marchio di imballaggio

- Etichetta di pericolo primario: etichetta per gas non infiammabile, non tossico (verde, Classe 2.2)
- Etichetta di pericolo secondario: Nessuno

14.6 Metodo di imballaggio

- Bombe in acciaio senza saldatura conformi a GB 5099 «Bombe in acciaio senza saldatura per gas» o standard equivalenti.
- Specifiche comuni: bombe da 13,6 kg, 50 kg, 100 kg, 400 kg, 800 kg.
- Fattore di riempimento massimo: 0,76 kg/L.
- Direzione della filettatura della valvola della bomba: filettatura destra (per gas non infiammabili, non tossici).

14.7 Requisiti specifici per modalità di trasporto

Trasporto su strada (GB/T 12268):

- I veicoli di trasporto devono essere qualificati per il trasporto di merci pericolose.
- Le bombe devono avere cappucci delle valvole e anelli ammortizzanti correttamente applicati.
- Le bombe sono generalmente disposte orizzontalmente con le uscite delle valvole nella stessa direzione; nessun incrocio. L'altezza non deve superare le barriere del veicolo.
- In estate, effettuare il trasporto nelle ore mattutine o serali. Evitare l'esposizione al sole. **Attenzione particolare: la temperatura ambiente non deve superare 25°C** per evitare di avvicinarsi alla temperatura critica e la sovrappressione.
- Seguire percorsi designati. Non fermarsi in aree residenziali o densamente popolate.

- I veicoli di trasporto devono essere dotati di dispositivi di monitoraggio della temperatura.

Trasporto ferroviario (Regolamento per il trasporto ferroviario di merci pericolose):

- Nessun rotolamento libero (vietato lo scambio per gravità).
- Trasporto in vagoni chiusi. Bombole stoccate in verticale o disposte orizzontalmente e fissate.

Trasporto marittimo (Codice IMDG):

- ONU 1984, Classe 2.2
- Inquinante marino: N.
- Categoria di stivaggio: A (può essere stivato sul ponte o sottocoperta)
- Tenere lontano da fonti di calore. Mantenere una buona ventilazione.

Trasporto aereo (ICAO/IATA DGR):

- ONU 1984, Classe 2.2
- Gas non infiammabile, non tossico
- Trasportabile su aeromobili passeggeri e merci (con limiti di quantità di imballaggio)

14.8 Misure precauzionali per il trasporto

- Non trasportare con ossidanti, metalli reattivi o prodotti chimici alimentari.
- I veicoli di trasporto devono essere dotati di appropriata attrezzatura antincendio e di attrezzature per la gestione delle perdite di emergenza.
- Il personale di trasporto deve essere specialmente formato e certificato.
- Proteggere dal sole, dalla pioggia e dalle alte temperature durante il trasporto. **Controllare rigorosamente la temperatura di trasporto in modo che non superi 25°C.**
- Durante le fermate lungo il percorso, mantenere lontano da fuoco, fonti di calore e aree ad alta temperatura.
- I tubi di scarico dei veicoli devono essere dotati di arresto di fiamma.
- Caricare e scaricare con delicatezza per prevenire danni a bombole e accessori.

15 Informazioni normative

15.1 Normative cinesi

- **Regolamento sulla gestione della sicurezza delle sostanze chimiche pericolose** (Decreto del Consiglio di Stato n. 591): gestione della sicurezza di produzione, stoccaggio, utilizzo, distribuzione e trasporto di sostanze chimiche pericolose
- **Catalogo delle sostanze chimiche pericolose** (Edizione 2015): sostanza elencata
- **Norme per la classificazione e l'etichettatura delle sostanze chimiche** (serie GB 30000): norme di classificazione ed etichettatura GHS

- **Scheda di Dati di Sicurezza per prodotti chimici - Contenuto e ordine** (GB/T 16483-2008): standard di redazione SDS
- **Regolamento sull'uso sicuro delle sostanze chimiche sul luogo di lavoro** (Documento del Ministero del Lavoro n. 423 [1996])
- **Limiti di esposizione occupazionale per fattori pericolosi sul luogo di lavoro - Parte 1: Fattori chimici pericolosi** (GBZ 2.1-2019)
- **Regolamento tecnico di sicurezza per le bombole di gas** (TSG 23-2021)
- **Regolamento sul trasporto su strada di merci pericolose**
- **Legge sulla produzione sicura della Repubblica Popolare Cinese**
- **Legge della Repubblica Popolare Cinese sulla prevenzione e il controllo dell'inquinamento atmosferico**: include la gestione dei gas serra
- **Legge della Repubblica Popolare Cinese sulla prevenzione e il controllo dell'inquinamento ambientale da rifiuti solidi**
- **Regolamento sulla gestione delle sostanze che riducono lo strato di ozono**: non è una sostanza controllata (ODP=0), ma deve rispettare le normative di controllo degli HFC
- **Emendamento di Kigali al Protocollo di Montreal sulle sostanze che riducono lo strato di ozono**: la Cina lo ha ratificato. R23, in quanto sostanza HFC con GWP estremamente elevato, è incluso nel programma di controllo e riduzione progressiva.

15.2 Normative internazionali

- **UN GHS (Sistema globale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche)**: 8ª edizione rivista
- **Protocollo di Montreal sulle sostanze che riducono lo strato di ozono**: Sostanza non controllata che riduce lo strato di ozono (ODP=0)
- **Emendamento di Kigali al Protocollo di Montreal (2016)**: R23, in quanto sostanza HFC con GWP estremamente elevato (14.700), è incluso nel controllo globale di riduzione progressiva degli HFC. Tutte le parti devono ridurre gradualmente la produzione e l'uso di HFC secondo calendari concordati.
- **Protocollo di Kyoto / Accordo di Parigi**: Inserito nell'inventario dei gas serra (categoria HFC). R23 riceve particolare attenzione a causa del suo GWP estremamente elevato.
- **Regolamento UE F-Gas (UE 517/2014)**: R23 è elencato come gas fluorurato a effetto serra controllato. Le sostanze con GWP ≥ 150 sono soggette a controllo rigoroso e a restrizioni di quota. R23 (GWP=14.700) è classificato come sostanza ad altissimo GWP destinata alla progressiva eliminazione.
- **EU REACH Regolamento (EC 1907/2006)**: Sostanza registrata
- **Regolamento UE CLP (CE 1272/2008)**: Regolamento di classificazione, etichettatura e imballaggio
- **Programma SNAP dell'EPA statunitense**: Approvato per alcune applicazioni di refrigerazione e di estinzione, ma le restrizioni si stanno intensificando.
- **AIM Act statunitense (American Innovation and Manufacturing Act)**: Richiede la riduzione progressiva della produzione e dell'uso di HFC. R23 è sottoposto a riduzione prioritaria a causa del GWP estremamente elevato.

- **U.S. OSHA HCS 2012:** Standard di comunicazione dei pericoli
- **U.S. DOT 49 CFR:** Regolamenti per il trasporto di materiali pericolosi
- **ADR/RID:** Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada e su rotaia
- **Codice IMDG:** Codice marittimo internazionale delle merci pericolose (International Maritime Dangerous Goods Code)
- **IATA DGR:** Regolamenti sulle merci pericolose dell'Associazione internazionale del trasporto aereo (International Air Transport Association Dangerous Goods Regulations)

16 Altre informazioni

16.1 Riferimenti

- Guida tascabile NIOSH sui pericoli chimici
- Scheda di sicurezza chimica internazionale (ICSC) n. 0577
- Database CAMEO Chemicals NOAA
- Database di composti PubChem (CID 6376)
- Manuale ASHRAE - Sistemi e applicazioni di refrigerazione
- Segretariato dell'ozono UNEP - Emendamento di Kigali al Protocollo di Montreal
- Quinto rapporto di valutazione IPCC (AR5) - dati GWP
- GB/T 16483-2008 «Scheda di Dati di Sicurezza per prodotti chimici - Contenuto e ordine»
- Serie GB 30000 «Norme per la classificazione e l'etichettatura delle sostanze chimiche»
- UN «Sistema globale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche» (GHS), 8^a edizione rivista

16.2 Abbreviazioni

Abbreviazione	Nome completo
SDS/SDB	Scheda di Dati di Sicurezza / Scheda di Dati di Sicurezza del Materiale
GHS	Sistema globale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche
CAS	Chemical Abstracts Service (Numero)
un	Nazioni Unite (Numero di identificazione della merce pericolosa)
ODP	Potenziale di impoverimento dell'ozono
GWP	Potenziale di riscaldamento globale

HFC	Idrofluorocarbonio
LC ₅₀	Concentrazione letale, 50%
LD ₅₀	Dose letale, 50%
TLV-TWA	Valore limite di soglia - media ponderata nel tempo
PEL	Limite di esposizione ammissibile
SCBA	Apparecchio di respirazione autonoma
PBT	Persistente, Bioaccumulabile e Tossico
AIM Act	American Innovation and Manufacturing Act

16.3 Declinazione di responsabilità

Questa Scheda di Dati di Sicurezza (SDS) è redatta conformemente a GB/T 16483-2008 e allo standard UN GHS. È intesa a fornire indicazioni sull'uso, la manipolazione e lo smaltimento sicuri del prodotto. Le informazioni servono unicamente come guida operativa di sicurezza e non costituiscono una garanzia delle specifiche o delle prestazioni del prodotto. Gli utenti devono valutarne l'applicabilità in base a scenari d'uso specifici e ai requisiti normativi locali, e adottare le necessarie misure di sicurezza. Il compilatore declina ogni responsabilità legale per perdite dirette o indirette derivanti dall'uso delle informazioni in questo documento. I dati in questo documento possono essere aggiornati con nuove scoperte di ricerca e modifiche normative. Si consiglia di verificare regolarmente l'ultima versione.