

Ficha de Datos de Seguridad (FDS/FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD)

Trifluorometano (R23 / HFC-23)

N.º CAS: 75-46-7 N.º ONU: 1984 Fecha: 29 de agosto de 2026 Versión: V1.0

1 Identificación del producto químico y de la empresa

1.1 Identificador del producto

Nombre químico	Trifluorometano
Sinónimos	R23, HFC-23, HFC23, Fluoroformo, Freon 23, FE-13
Número CAS	75-46-7
Número ONU	1984 (Gas licuado a alta presión)
Número de mercancías peligrosas	22026 (Clase 2.2 Gas no inflamable, no tóxico)
Fórmula molecular	CHF ₃
Peso molecular	70.01 g/mol
Usos principales	Refrigerante de ultrabaja temperatura (etapa de baja temperatura de sistemas de refrigeración en cascada), agente extintor (sistema de inundación total), gas de grabado en fabricación de semiconductores, intermediario de síntesis orgánica

1.2 Información del fabricante/proveedor

Nombre del proveedor	Hangzhou Wula Químico Co., Ltd.
Dirección	No. 7 Camino Longtan, Distrito de Yuhang, Hangzhou, Zhejiang, China
Código postal	311100
Teléfono	+86-571-87024025
Fax	+86-571-87024025
Correo electrónico	safety@wulachem.cn

1.3 Teléfono de emergencia

Línea directa nacional de emergencias químicas (China): +86-532-83889090 (24 horas)

Emergencia Química de Zhejiang: +86-571-88071797

Teléfono de emergencia del proveedor: +86-571-87024025

2

Identificación de peligros

2.1 Clasificación de peligros GHS

Clasificación de peligros:

- Gases bajo presión (Peligro físico) — Gas licuado a alta presión
- Toxicidad específica para órganos diana - exposición única (Peligro para la salud, efectos narcóticos) — Categoría 3 (a altas concentraciones)

Nota: La congelación causada por el contacto del líquido con la piel/los ojos es una lesión física por baja temperatura; no existe una categoría específica de "congelación" en el GHS. Esta sustancia es de Clase de seguridad A1 de ASHRAE (no inflamable, baja toxicidad). El peligro físico principal es el gas a presión.

2.2 Elementos de la etiqueta GHS



GHS04 Gas bajo presión

Palabra de señalización: **ATENCIÓN**

Mensajes de peligro:

H280 Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta.

H336 Puede provocar somnolencia o vértigo (a altas concentraciones).

Consejos de prudencia:

P102 Mantener fuera del alcance de los niños. Lea la etiqueta antes de su uso.

P271 Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.

P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

P308+P313 En caso de exposición o preocupación: Buscar atención/consejo médico.

P403 Almacenar en un lugar bien ventilado.

P410+P403Proteger de la luz solar. Almacenar en un lugar bien ventilado.

P405 Guardar bajo llave.

2.3 Otros peligros

- El vapor es más pesado que el aire y puede propagarse junto al suelo, acumulándose en zonas bajas y creando ambientes deficientes en oxígeno.
- Este producto no es inflamable, pero se descompone a altas temperaturas (>400 °C) produciendo gases tóxicos y corrosivos (fluoruro de hidrógeno, etc.).
- Las botellas pueden reventar al calentarse debido al aumento de la presión interna.
- A altas concentraciones, puede causar asfixia simple y sensibilización cardíaca (arritmia).

Nota sobre la temperatura crítica:El R23 tiene una temperatura crítica de 25.9 °C (78.6 °F), que está cerca de la temperatura ambiente. Cuando la temperatura ambiente supera los 25.9 °C, la sustancia en la botella pasa a un estado fluido supercrítico, y la presión de vapor aumenta bruscamente hasta la presión crítica (aproximadamente 4.84 MPa / 701.6 psia), lo que supone una exigencia extrema para la resistencia a la presión de la botella. La temperatura debe controlarse estrictamente durante el transporte y almacenamiento en verano para evitar el sobrecalentamiento y la sobrepresión.

3 Composición/información sobre los ingredientes

3.1 Sustancia/mezcla

Este producto es una sustancia pura.

3.2 Información de los ingredientes

Nombre del componente	Número CAS	Concentración (fracción másica)
Trifluorometano	75-46-7	≥99.9 % (Grado premium ≥99.95 %)

3.3 Información sobre impurezas

Impureza	Grado premium	Primer grado
Acidez (como HCl)	≤0.1 ppm	≤1 ppm
Humedad	≤5 ppm	≤10 ppm
Residuo por evaporación	≤100 ppm	≤100 ppm
Gases no condensables (25 °C, volumen)	≤1.5%	≤1.5%

Cloruros	Cumple	Cumple
----------	--------	--------

4 Medidas de primeros auxilios

4.1 Descripción de las medidas de primeros auxilios necesarias

Consejo general: Retire inmediatamente al paciente del área contaminada. Manténgalo abrigado y en reposo. Muestre esta ficha de datos de seguridad al médico que lo atiende.

Inhalación:

- Traslade rápidamente al paciente a un lugar con aire fresco. Mantenga despejadas las vías respiratorias.
- Si la respiración es difícil, administre oxígeno.
- Si la respiración se ha detenido, practique respiración artificial (utilice una mascarilla de válvula-balón o una mascarilla de bolsillo; evite la respiración boca a boca).
- Si el latido del corazón se ha detenido, inicie la RCP inmediatamente.
- Mantenga al paciente abrigado y en reposo. Obsérvelo atentamente.
- Buscar atención médica inmediatamente.

Contacto con la piel (congelación):

- Enjuague inmediatamente la zona congelada con abundante agua tibia (37-40 °C / 98.6-104 °F) para favorecer el recalentamiento.
- NO utilizar agua caliente (>40°C) ni calor directo (p. ej., calentadores eléctricos).
- Evite frotar las zonas congeladas para prevenir el empeoramiento del daño tisular.
- Retire cuidadosamente la ropa congelada. Si la ropa está adherida a la piel, no fuerce su retirada; corte alrededor de la zona adherida.
- Cubra la herida con un vendaje estéril.
- Buscar atención médica inmediatamente.

Contacto con los ojos:

- Mantenga los párpados abiertos e irrigue inmediatamente con abundante agua corriente o solución salina durante al menos 15 minutos.
- Asegure una irrigación completa de todas las partes del globo ocular levantando los párpados superior e inferior.
- Retire las lentes de contacto antes de irrigar si es posible.
- Buscar atención médica inmediatamente, preferiblemente de un oftalmólogo.

Ingestión:

No aplicable. Este producto es un gas a temperatura ambiente y no puede ser ingerido.

4.2 Síntomas y efectos sobre la salud más importantes

- Inhalación aguda: Mareo, somnolencia, cefalea, náuseas, pérdida de coordinación, pérdida de conocimiento, arritmia.
- Inhalación a alta concentración: Puede causar asfixia simple (desplazamiento del oxígeno en el aire) y sensibilización cardíaca (arritmia).
- Contacto de la piel con el líquido: Congelación (la piel se torna blanca, se endurece, dolor, ampollas).
- Contacto de los ojos con el líquido: Congelación grave, daño corneal, deficiencia visual.

4.3 Indicación de atención médica inmediata y tratamiento especial

Nota para el médico:

- Trate sintomáticamente. Mantenga la permeabilidad de las vías respiratorias. Administre oxígeno si es necesario.
- Vigile la función cardíaca; la exposición a alta concentración puede causar arritmia.
- Evite los fármacos catecolaminérgicos como la epinefrina (pueden aumentar la sensibilidad miocárdica a los hidrocarburos fluorados, induciendo fibrilación ventricular).
- Trate la congelación con métodos convencionales: recalentamiento con agua tibia (37-40 °C). Nunca utilice calor seco ni fricción.
- Si se sospecha exposición a productos de descomposición térmica (HF), trátelo como intoxicación por fluoruro de hidrógeno. Vigile el calcio sérico y administre gluconato de calcio si es necesario.

5 Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción adecuados: Este producto no es inflamable. Utilice agentes extintores apropiados para el fuego circundante. Pueden utilizarse dióxido de carbono, polvo químico seco, rociado de agua o espuma.

Medios de extinción inadecuados: Sin restricciones específicas.

5.2 Peligros especiales

- Este producto no es inflamable. Sin punto de inflamación. Sin límites de explosividad.
- Se descompone a altas temperaturas (>400 °C), produciendo gases tóxicos y corrosivos: fluoruro de hidrógeno, monóxido de carbono, fluoruro de carbonilo, etc.
- Las botellas pueden reventar al calentarse debido al aumento de la presión interna. Este riesgo es especialmente crítico cuando la temperatura ambiente se aproxima o supera la temperatura crítica (25.9 °C).
- Puede reaccionar con metales alcalinos, metales alcalinotérreos y polvo de aluminio en condiciones específicas.

5.3 Productos de combustión peligrosos

Fluoruro de hidrógeno (HF), monóxido de carbono (CO), fluoruro de carbonilo (COF₂), otros compuestos fluorados

5.4 Precauciones y equipo de protección para la lucha contra incendios

- Los bomberos deben llevar aparato de respiración autónoma de presión positiva (SCBA) y equipo completo de protección contra incendios.
- Aleje los recipientes del área de incendio si puede hacerse con seguridad.
- Rocíe agua para enfriar los recipientes expuestos al fuego hasta completar la extinción.
- Si los recipientes en el incendio cambian de color o emiten sonidos procedentes de los dispositivos de alivio de presión, evacue inmediatamente.
- Aisle el lugar del accidente. Se prohíbe el acceso a personas no autorizadas.
- Evite dirigir chorros de agua directamente sobre el gas licuado que escapa, ya que esto acelera la evaporación y la dispersión.

6 Medidas en caso de liberación accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

- Evacue rápidamente al personal del área de fuga hacia lugares a barlovento. Aisle el área y restrinja estrictamente el acceso.
- Los respondientes de emergencia deben llevar SCBA de presión positiva, ropa de trabajo general, guantes de protección de baja temperatura y gafas de seguridad.
- Acceda al lugar desde la dirección a barlovento.
- Cierre la fuente de la fuga si es posible.
- No toque ni camine sobre el material derramado.
- Designe personal de contacto de emergencia y esté preparado para apoyo externo.

6.2 Precauciones ambientales

- Evite que el gas penetre en alcantarillados, sótanos o espacios cerrados.
- Proporcione ventilación adecuada para acelerar la dispersión.
- **Preste especial atención al control de las emisiones de gases de efecto invernadero durante las fugas grandes.** El R23 tiene un PCA de 14.700. Debe priorizarse la recuperación para evitar su liberación a la atmósfera.
- Evite su liberación a la atmósfera, a las aguas y al suelo.

6.3 Métodos y materiales para la contención y limpieza

- **Fugas pequeñas:** Refuerce la ventilación para acelerar la dispersión del gas. Vigile los niveles de oxígeno para prevenir la asfixia.
- **Fugas grandes:**
 - Cierre la válvula de la fuente de fuga (si es seguro operarla).

- Utilice equipo dedicado de recuperación de gas para recuperar el gas (método preferido para el reciclaje).
- Si no es posible la recuperación, utilice rociado de agua para diluir y disolver, pero evite la contaminación del agua.
- Si la válvula de la botella no puede cerrarse, sumerja la botella en una solución alcalina para su tratamiento por absorción.
- **Disposición de la fuga de la botella:** Traslade la botella a un área segura y bien ventilada y libérela lentamente. Si la válvula no puede cerrarse, contacte al proveedor para su manejo profesional.

6.4 Referencia

Véase la Sección 8 (Controles de exposición/protección personal) y la Sección 13 (Consideraciones sobre la eliminación).

Advertencia especial: La densidad de vapor del R23 es aproximadamente 2.4 veces la del aire. Se acumulará en zonas bajas y espacios cerrados, creando un ambiente deficiente en oxígeno. Antes de entrar en espacios cerrados o zonas bajas, el contenido de oxígeno debe medirse ($\geq 19.5\%$) con vigilancia de otra persona en espera.

7 Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones de manipulación

- Opere en un sistema cerrado. Proporcione ventilación natural o de escape local adecuada.
- El personal debe recibir formación especializada, seguir estrictamente los procedimientos operativos y poseer las certificaciones pertinentes.
- Evite la fuga de gas al aire del lugar de trabajo.
- Evite el contacto con metales reactivos y oxidantes fuertes.
- Manipule las botellas con cuidado. Evite daños a las botellas y accesorios. No deje caer, deslice, ruede ni impacte.
- Equipe el lugar de trabajo con equipo de manejo de fugas de emergencia.
- Prohibido fumar, comer o beber en el lugar de trabajo.
- Use guantes de aislamiento térmico y gafas de seguridad al manipular el líquido para prevenir la congelación.
- Utilice sistemas y equipos de ventilación a prueba de explosiones.
- Inspeccione regularmente las botellas, válvulas y tuberías en busca de fugas.
- Evite ambientes de alta temperatura en el lugar de trabajo. Preste especial atención a que la temperatura ambiente no debe superar los 25 °C (cerca de la temperatura crítica).

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas incompatibilidades

- Almacene en un almacén fresco, seco y bien ventilado designado para gases no inflamables.
- La temperatura de almacenamiento no debe superar los 25 °C (cerca de la temperatura crítica de 25.9 °C; superarla provocará estado supercrítico y aumento de presión). Manténgase alejado del fuego, fuentes de calor y luz solar directa.
- Almacene por separado de oxidantes y metales reactivos. No mezcle en el almacenamiento.
- El área de almacenamiento debe estar equipada con equipo de manejo de fugas de emergencia.
- Las botellas deben almacenarse en posición vertical con tapas de válvula y anillos amortiguadores correctamente colocados. Asegure las botellas para evitar vuelcos.
- Utilice iluminación y ventilación a prueba de explosiones.
- No utilice equipos ni herramientas mecánicas que puedan producir chispas.
- Factor de llenado máximo: 0.76 kg/L.
- Coloque señales de advertencia de seguridad claras en el área de almacenamiento.
- Implemente procedimientos de recepción/despacho y custodia a doble persona.

Nota sobre la temperatura de almacenamiento: El R23 tiene una temperatura crítica de solo 25.9 °C. En ambientes estivales de alta temperatura, el medio en la botella puede alcanzar o superar fácilmente la temperatura crítica, entrando en estado supercrítico. En ese punto, independientemente de la presión aplicada, el gas no puede licuarse, y la presión de vapor igualará o se aproximará a la presión crítica (4.84 MPa / 701.6 psia), lo que supone una amenaza grave para la seguridad de la botella. La temperatura del entorno de almacenamiento no debe superar los 25 °C, y debe disponerse de monitorización de temperatura con dispositivos de alarma por sobrecalentamiento.

7.3 Usos finales específicos

Solo para uso industrial. El personal debe estar profesionalmente formado. Aplicaciones principales: refrigerante de ultrabaja temperatura para la etapa de baja temperatura de sistemas de refrigeración en cascada (temperatura de evaporación -80 °C a -100 °C), agente extintor para sistemas de inundación total, gas de grabado en fabricación de semiconductores. Prohibido para contacto con alimentos, inhalación médica u otros usos no aprobados.

8 Controles de exposición/protección personal

8.1 Límites de exposición ocupacional

OEL de China	No se ha establecido límite legal. Referencia recomendada: TLV de ACGIH: 1000 ppm (TWA, 8 horas)
ACGIH TLV-TWA (EE. UU.)	1000 ppm (aprox. 2890 mg/m ³), promedio ponderado en el tiempo
OSHA PEL-TWA (EE. UU.)	1000 ppm (TWA de 8 horas)

MAK alemán	1000 ppm (aprox. 2900 mg/m ³)
Límite de exposición biológica	No establecido

Nota: Según GBZ 2.1-2019 "Límites de exposición ocupacional para factores peligrosos en el lugar de trabajo - Parte 1: Factores químicos peligrosos", esta sustancia no figura actualmente en la tabla de límites de exposición ocupacional de China. Se recomienda utilizar normas internacionales como referencia durante las operaciones.

8.2 Métodos de monitorización de la exposición

Cromatografía de gases con detección por ionización de llama (GC-FID) o espectrometría de masas (GC-MS); espectroscopía infrarroja no dispersiva (NDIR)

8.3 Controles de ingeniería

- Encierre los procesos de producción. Proporcione ventilación de escape general o local.
- Proporcione duchas de seguridad y estaciones de lavado de ojos.
- Instale alarmas de detección de gas (monitorización de oxígeno y fluoruro) en las zonas donde puedan producirse fugas grandes.
- Utilice equipo eléctrico a prueba de explosiones.

8.4 Equipo de protección personal

Protección respiratoria:

- Condiciones normales (concentración en el aire por debajo de los límites): No se requiere protección especial.
- A concentraciones más altas: Se recomienda mascarilla respiratoria de media cara con cartuchos de vapor orgánico/gas ácido.
- Ambientes de alta concentración o rescate/evacuación de emergencia: Se requiere aparato de respiración autónoma de presión positiva (SCBA).

Protección ocular:

- Operaciones normales: No se requiere protección especial.
- Al manipular líquido o posible contacto con líquido: Deben usarse gafas de seguridad químicas o pantalla facial para prevenir la congelación.

Protección de la piel:

- Protección de las manos: Guantes de trabajo general para operaciones normales; guantes de aislamiento térmico de baja temperatura (p. ej., guantes de hielo seco, guantes de cuero para frío) para el contacto con líquido.
- Protección del cuerpo: Ropa de trabajo general para operaciones normales; traje de frío para el contacto con líquido.
- Otros: Prohibido fumar en el lugar de trabajo. Evite la inhalación a alta concentración. Al entrar en tanques, espacios confinados u otras zonas de alta concentración, se requiere vigilancia en espera por

otra persona.

8.5 Medidas de higiene

- Retire la ropa contaminada inmediatamente después del trabajo. Lave la piel a fondo.
- Mantenga buenos hábitos de higiene personal.
- Los lugares de trabajo deben estar equipados con estaciones de lavado de ojos y duchas de emergencia.

9 Propiedades físicas y químicas

9.1 Propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto	Gas incoloro con un ligero olor etéreo; gaseoso a temperatura y presión ambiente; líquido transparente incoloro bajo presión
Umbral de olor	Sin datos disponibles (ligero olor etéreo)
pH	No aplicable (gas)
Punto de fusión	-155.0 °C (-247.0 °F)
Punto de ebullición (101.3 kPa)	-82.1 °C (-115.8 °F)
Punto de inflamación	Ninguno (gas no inflamable)
Velocidad de evaporación	Sin datos disponibles
Inflamabilidad (gas)	No inflamable
Límites explosivos superiores/inferiores	No aplicable (gas no inflamable)
Presión de vapor (25 °C)	Aprox. 4.84 MPa (4840 kPa) — cerca de la presión crítica; una temperatura ligeramente superior a 25 °C alcanza el estado supercrítico
Densidad de vapor (aire = 1)	Aprox. 2.4 (más pesado que el aire)
Densidad del líquido (en el punto de ebullición)	Aprox. 1.445 g/cm ³
Solubilidad	Ligeramente soluble en agua (aprox. 0.1 g/L a 25 °C); soluble en etanol, éter y otros disolventes orgánicos
Coeficiente de partición (log P, octanol/agua)	Aprox. 0.64

Temperatura de autoignición	No aplicable (no inflamable)
Temperatura de descomposición	>400 °C (comienza la descomposición térmica)

9.2 Propiedades termodinámicas

Temperatura crítica	25.9 °C (78.6 °F) — cerca de la temperatura ambiente; requiere atención especial
Presión crítica	4.836 MPa (4836 kPa / 701.6 psia)
Densidad crítica	0.528 g/cm ³
Volumen crítico	133 cm ³ /mol
Calor de vaporización (en el punto de ebullición)	Aprox. 231 kJ/kg
Calor específico del líquido (en el punto de ebullición)	Aprox. 1.88 kJ/(kg·°C)
Calor específico del gas (25 °C, presión constante)	0.726 kJ/(kg·°C)

9.3 Otros datos de seguridad

Clase de seguridad ASHRAE	A1 (no tóxico, no inflamable)
Potencial de agotamiento del ozono (PAO)	0 (no agota la capa de ozono; véase la Sección 12.6)
Potencial de calentamiento global (PCA, 100 años)	14.700 (efecto invernadero extremadamente alto; véase la Sección 12.6)
Tiempo de vida atmosférico	Aprox. 270 años

Nota sobre la temperatura crítica: El R23 tiene una temperatura crítica de 25.9 °C, una de las más bajas entre los refrigerantes comunes. Esto significa:

- Por debajo de 25 °C, el R23 puede existir como líquido bajo presión (gas licuado a alta presión);
- Por encima de 25.9 °C, el R23 entra en estado supercrítico y no puede licuarse solo por presión. La presión de vapor iguala o se aproxima a la presión crítica;
- En aplicaciones prácticas, el R23 se utiliza principalmente en la etapa de baja temperatura de sistemas de refrigeración en cascada (temperatura de evaporación -80 °C a -100 °C) y no se usa solo para refrigeración convencional;

- La temperatura debe controlarse estrictamente durante el transporte y almacenamiento para prevenir el estado supercrítico y la sobrepresión.

10 Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

Químicamente estable a temperatura y presión normales. No propenso a reacciones químicas.

10.2 Estabilidad química

Estable a temperatura y presión normales.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

- Descomposición térmica a altas temperaturas ($>400\text{ }^{\circ}\text{C}$), produciendo fluoruro de hidrógeno tóxico, monóxido de carbono y fluoruro de carbonilo.
- Puede reaccionar con metales alcalinos, metales alcalinotérreos y polvo de aluminio a altas temperaturas o en condiciones específicas.
- Puede sufrir reacciones de oxidación-reducción con oxidantes fuertes.

10.4 Condiciones que evitar

Alta temperatura, llama abierta, fuentes de calor directo, sobrepresión de la botella. Atención especial: evite temperaturas ambientes que superen la temperatura crítica de $25.9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.5 Materiales incompatibles

Metales reactivos (sodio, potasio, calcio, polvo de aluminio, polvo de magnesio, etc.), oxidantes fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Fluoruro de hidrógeno (HF), monóxido de carbono (CO), fluoruro de carbonilo (COF_2), otros compuestos fluorados

10.7 Peligro de polimerización

No se producirá polimerización.

11 Información toxicológica

11.1 Toxicidad aguda

CL por inhalación en rata_{50} (4 horas)	$>500.000\text{ ppm}$ (por encima del 50 % de volumen, concentración máxima ensayada)
--	---

CL por inhalación en ratón ₅₀ (2 horas)	>700.000 ppm
DL dérmica en conejo ₅₀	Sin datos (sustancia gaseosa)

11.2 Irritación/corrosión cutánea

El contacto con el líquido puede causar congelación (lesión física) pero no es una sustancia químicamente corrosiva. Clasificación GHS: Sin clasificación de corrosión/irritación cutánea (solo congelación física).

11.3 Irritación/corrosión ocular

El contacto con el líquido puede causar congelación grave y daño corneal. Clasificación GHS: Sin clasificación específica de irritación ocular (efecto de congelación física).

11.4 Sensibilización respiratoria o cutánea

No se ha notificado sensibilización. Los estudios animales existentes y los datos epidemiológicos no muestran efectos sensibilizantes.

11.5 Mutagenicidad en células germinales

Las pruebas in vitro e in vivo (prueba de Ames, prueba de aberración cromosómica, prueba de micronúcleo en ratón, etc.) no mostraron efectos mutagénicos.

11.6 Carcinogenicidad

Sin evidencia suficiente de carcinogenicidad.

- IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer): No listado
- ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales): Grupo A4 (No clasificable como carcinógeno humano)
- EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU.): No listado

11.7 Toxicidad reproductiva

Los estudios en animales no mostraron toxicidad reproductiva ni toxicidad del desarrollo significativas a altas concentraciones (>50.000 ppm). No hay datos de toxicidad reproductiva en humanos disponibles.

11.8 Toxicidad específica para órganos diana - exposición única

- Efectos narcóticos (Categoría 3): La inhalación a alta concentración puede causar depresión del sistema nervioso central, manifestada como mareo, somnolencia, cefalea y pérdida de conocimiento.
- Efectos cardíacos: La exposición a alta concentración puede causar arritmia, especialmente bajo estrés o ejercicio (sensibilización cardíaca a las catecolaminas).
- Asfixia simple: A altas concentraciones, puede desplazar el oxígeno del aire, causando asfixia hipóxica.

11.9 Toxicidad específica para órganos diana - exposición repetida

La exposición repetida a baja concentración no mostró toxicidad significativa en órganos diana. Los estudios de inhalación a largo plazo en animales (alta concentración) no revelaron daño orgánico definitivo.

11.10 Peligro de aspiración

Como gas, la neumonía por aspiración generalmente no es un problema. Sin embargo, la inhalación a alta concentración puede causar depresión del sistema nervioso central, sensibilización cardíaca y asfixia simple.

12 Información ecológica

12.1 Ecotoxicidad

Toxicidad aguda para peces (CL ₅₀ , 96 h)	> 100 mg/L (baja toxicidad para peces)
Toxicidad aguda para Daphnia (CE ₅₀ , 48 h)	> 100 mg/L
Inhibición del crecimiento de algas (CE ₅₀ , 72 h)	> 100 mg/L
Toxicidad bacteriana	Sin datos disponibles

12.2 Persistencia y degradabilidad

- Degradación atmosférica: Degradado principalmente por reacción con radicales hidroxilo. Tiempo de vida atmosférico: aproximadamente 270 años (extremadamente persistente).
- Biodegradabilidad: No fácilmente biodegradable (resistente a la descomposición microbiana).
- Hidrólisis: No se hidroliza fácilmente a temperatura ambiente.
- Fotólisis: Puede sufrir degradación fotoquímica en la atmósfera, pero a una velocidad muy lenta.

12.3 Potencial de bioacumulación

log P = 0.64. Bajo potencial de bioacumulación (por debajo del umbral de bioconcentración de log P = 4.5).

12.4 Movilidad en el suelo

Como gas, se volatiliza fácilmente. La baja solubilidad en agua da lugar a una alta movilidad. Tras penetrar en el suelo, se volatiliza fácilmente a la atmósfera.

12.5 Evaluación PBT y vPvB

No cumple los criterios PBT (Persistente, Bioacumulable y Tóxico)/vPvB (muy Persistente, muy Bioacumulable). Sin embargo, su tiempo de vida atmosférico extremadamente largo (270 años) presenta características de alta persistencia.

12.6 Otros efectos adversos sobre el medio ambiente

Advertencia de Potencial de Calentamiento Global (PCA) extremadamente alto:

- **Potencial de agotamiento del ozono (PAO):** 0 (no agota la capa de ozono; sustancia HFC no ODS)
- **Potencial de calentamiento global (PCA, horizonte temporal de 100 años):** 14.700 (relativo a $\text{CO}_2 = 1$) — uno de los valores de PCA más altos entre los refrigerantes comunes
- **Tiempo de vida atmosférico:** Aproximadamente 270 años (extremadamente resistente a la degradación natural)
- El PCA del R23 es aproximadamente 11 veces el del R134A (PCA = 1.300) y 14.700 veces el del CO_2
- Una liberación a gran escala tendría un impacto severo en el calentamiento global. Las emisiones deben controlarse estrictamente, priorizando la recuperación y el reciclaje.

13 Consideraciones sobre la eliminación

13.1 Métodos de tratamiento de residuos

Producto/residuos:

- **Se prohíbe estrictamente la liberación directa a la atmósfera** (PCA = 14.700, efecto invernadero extremadamente alto).
- La recuperación y regeneración para reciclaje es el método de tratamiento preferido.
- Si no es posible el reciclaje, envíelo a una instalación cualificada de tratamiento de residuos peligrosos.
- Puede utilizarse incineración a alta temperatura; las emisiones de fluoruro de los gases de escape de la incineración deben eliminarse mediante lavadores alcalinos.
- Pueden utilizarse tecnologías avanzadas como la descomposición por plasma o la descomposición catalítica.
- No descargue en alcantarillados, aguas ni suelo.

Envases contaminados:

- Las botellas vacías deben devolverse al proveedor o a una instalación de tratamiento cualificada. No deseche ni corte sin autorización.
- Las botellas vacías que retengan presión residual deben gestionarse como residuos peligrosos.

13.2 Precauciones de eliminación

- Consulte las normativas nacionales y locales antes de la eliminación, como la "Ley de la República Popular China sobre la Prevención y el Control de la Contaminación Ambiental por Residuos Sólidos" y el "Estándar de Control de Contaminación para el Almacenamiento de Residuos Peligrosos".
- Los operarios deben llevar el equipo de protección personal adecuado (véase la Sección 8).
- Asegure ventilación adecuada para prevenir la asfixia.
- La eliminación debe ser realizada por entidades cualificadas.
- Se deben mantener registros de eliminación.

- Como sustancia con PCA extremadamente alto, la eliminación del R23 debe cumplir estrictamente con la Enmienda de Kigali y los requisitos de reducción de emisiones de las normativas pertinentes de control de HFC.

14 Información sobre el transporte

14.1 Número ONU

1984 (Trifluorometano, gas licuado a alta presión)

14.2 Nombre apropiado de envío ONU

TRIFLUOROMETANO / GAS REFRIGERANTE R 23

14.3 Clase de peligro de transporte

Clase 2.2 — Gas no inflamable, no tóxico

14.4 Grupo de embalaje

No aplicable (los gases de Clase 2 no tienen clasificación de grupo de embalaje)

14.5 Marca de embalaje

- Etiqueta de peligro principal: Etiqueta de gas no inflamable, no tóxico (verde, Clase 2.2)
- Etiqueta de peligro secundario: Ninguna

14.6 Método de embalaje

- Botellas de acero sin costura conformes con GB 5099 "Botellas de gas de acero sin costura" u normas equivalentes.
- Especificaciones comunes: botellas de 13.6 kg, 50 kg, 100 kg, 400 kg, 800 kg.
- Factor de llenado máximo: 0.76 kg/L.
- Sentido de la rosca de salida de la válvula de la botella: Rosca a derechas (para gases no inflamables, no tóxicos).

14.7 Requisitos especiales por modo de transporte

Transporte por carretera (GB/T 12268):

- Los vehículos de transporte deben tener cualificación para transporte de mercancías peligrosas.
- Las botellas deben tener tapas de válvula y anillos amortiguadores correctamente colocados.
- Las botellas generalmente se colocan tumbadas con las salidas de válvula orientadas en la misma dirección; sin cruces. La altura no debe superar las barandillas del vehículo.
- En verano, transporte durante las horas de la mañana o la tarde. Evite la exposición al sol. **Atención especial: la temperatura ambiente no debe superar los 25 °C** para evitar acercarse a la temperatura crítica y la sobrepresión.
- Siga las rutas designadas. No se detenga en zonas residenciales o densamente pobladas.

- Los vehículos de transporte deben estar equipados con dispositivos de monitorización de temperatura.

Transporte ferroviario (Reglamento de Transporte Ferroviario de Mercancías Peligrosas):

- Sin rodadura libre (prohibido el maniobrado por gravedad).
- Transporte en furgones. Botellas almacenadas en posición vertical o tumbadas y aseguradas.

Transporte marítimo (Código IMDG):

- ONU 1984, Clase 2.2
- Contaminante marino: No
- Categoría de estiba: A (puede estibarse sobre cubierta o bajo cubierta)
- Manténgase alejado de las fuentes de calor. Mantenga buena ventilación.

Transporte aéreo (ICAO/IATA DGR):

- ONU 1984, Clase 2.2
- Gas no inflamable, no tóxico
- Transportable en aeronaves de pasajeros y de carga (sujeto a límites de cantidad de embalaje)

14.8 Precauciones de transporte

- No transporte junto con oxidantes, metales reactivos ni productos químicos alimentarios.
- Los vehículos de transporte deben estar equipados con equipo de extinción de incendios y equipo de manejo de fugas de emergencia adecuados.
- El personal de transporte debe estar especialmente capacitado y certificado.
- Protéjase de la exposición al sol, la lluvia y las altas temperaturas durante el transporte. **Controle estrictamente que la temperatura de transporte no supere los 25 °C.**
- Al detenerse en el trayecto, manténgase alejado del fuego, fuentes de calor y zonas de alta temperatura.
- Los tubos de escape de los vehículos deben estar equipados con supresores de llama.
- Cargue y descargue con cuidado para evitar daños a las botellas y accesorios.

15 Información reglamentaria

15.1 Reglamentación china

- **Reglamento sobre la Gestión Segura de Productos Químicos Peligrosos** (Orden del Consejo de Estado n.º 591): Gestión segura de la producción, almacenamiento, uso, distribución y transporte de productos químicos peligrosos
- **Catálogo de Productos Químicos Peligrosos** (Edición 2015): Sustancia incluida
- **Normas de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos** (serie GB 30000): Normas de clasificación y etiquetado GHS
- **Ficha de Datos de Seguridad para Productos Químicos - Contenido y Orden** (GB/T 16483-2008): Norma de compilación de FDS

- **Reglamento sobre el Uso Seguro de Productos Químicos en el Lugar de Trabajo** (Documento n.º 423 del Ministerio de Trabajo [1996])
- **Límites de Exposición Ocupacional para Factores Peligrosos en el Lugar de Trabajo - Parte 1: Factores Químicos Peligrosos** (GBZ 2.1-2019)
- **Reglamento Técnico de Seguridad de Botellas de Gas** (TSG 23-2021)
- **Reglamento de Transporte por Carretera de Mercancías Peligrosas**
- **Ley de Seguridad en la Producción de la República Popular China**
- **Ley de la República Popular China sobre la Prevención y el Control de la Contaminación Atmosférica** : Incluida la gestión de gases de efecto invernadero
- **Ley de la República Popular China sobre la Prevención y el Control de la Contaminación Ambiental por Residuos Sólidos**
- **Reglamento sobre la Gestión de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono** : No es una sustancia controlada (PAO=0), pero debe cumplir con las normativas de control de HFC
- **Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono** : China la ha ratificado. El R23, como sustancia HFC con PCA extremadamente alto, está incluido en el calendario de control y eliminación progresiva.

15.2 Reglamentación internacional

- **ONU GHS (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos)**: 8.ª edición revisada
- **Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono**: No es una sustancia controlada agotadora del ozono (PAO=0)
- **Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal (2016)**: El R23, como sustancia HFC con PCA extremadamente alto (14.700), está incluido en el control global de eliminación progresiva de HFC. Todas las partes deben reducir gradualmente la producción y el consumo de HFC según los calendarios acordados.
- **Protocolo de Kioto / Acuerdo de París**: Incluido en el inventario de gases de efecto invernadero (categoría HFC). El R23 recibe atención especial debido a su PCA extremadamente alto.
- **Reglamento UE de gases fluorados (UE 517/2014)**: El R23 está incluido como gas de efecto invernadero fluorado controlado. Las sustancias con PCA ≥ 150 están sujetas a control estricto y restricciones de cuota. El R23 (PCA=14.700) se clasifica como una sustancia de PCA extremadamente alto que enfrenta su eliminación.
- **EU REACH Reglamento (EC 1907/2006)**: Sustancia registrada incluida
- **EU CLP Reglamento (EC 1272/2008)**: Reglamento de clasificación, etiquetado y envasado
- **Programa SNAP de la EPA de los EE. UU.**: Aprobado para ciertas aplicaciones de refrigeración y supresión de incendios, pero las restricciones se estrechan.
- **Ley AIM de los EE. UU. (Ley de Innovación y Fabricación de los Estados Unidos)**: Requiere la reducción progresiva de la producción y el uso de HFC. El R23 enfrenta una eliminación progresiva prioritaria debido a su PCA extremadamente alto.

- **OSHA HCS 2012 de los EE. UU.:** Norma de Comunicación de Peligros
- **DOT 49 CFR de los EE. UU.:** Reglamentos de transporte de materiales peligrosos
- **ADR/RID:** Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera/Ferrocarril
- **Código IMDG:** Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
- **IATA DGR:** Reglamento de Mercancías Peligrosas de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional

16

Otra información

16.1 Referencias

- Guía de Bolsillo NIOSH de Peligros Químicos
- Ficha Internacional de Seguridad Química (ICSC) n.º 0577
- Base de datos NOAA CAMEO Chemicals
- Base de datos de compuestos PubChem (CID 6376)
- Manual ASHRAE - Sistemas y Aplicaciones de Refrigeración
- Secretaría del Ozono del PNUMA - Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal
- Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) - Datos de PCA
- GB/T 16483-2008 "Ficha de Datos de Seguridad para Productos Químicos - Contenido y Orden"
- serie GB 30000 "Normas de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos"
- ONU "Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos" (GHS) 8.^a edición revisada

16.2 Abreviaturas

Abreviatura	Nombre completo
FDS	Ficha de Datos de Seguridad / Ficha de Datos de Seguridad de Materiales
GHS	Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos
CAS	Chemical Abstracts Service (Número)
ONU	Naciones Unidas (Número de mercancías peligrosas)
PAO	Potencial de agotamiento del ozono
PCA	Potencial de calentamiento global
HFC	Hidrofluorocarburo

CL ₅₀	Concentración Letal, 50%
DL ₅₀	Dosis Letal, 50%
TLV-TWA	Valor Límite Umbral - Promedio Ponderado en el Tiempo
PEL	Límite Permisible de Exposición
SCBA	Equipo de respiración autónomo
PBT	Persistente, Bioacumulable y Tóxico
Ley AIM	Ley de Innovación y Fabricación de los Estados Unidos

16.3 Aviso legal

Esta Ficha de Datos de Seguridad (FDS) se compila de conformidad con GB/T 16483-2008 y la norma ONU GHS. Su finalidad es proporcionar orientación sobre el uso, la manipulación y la eliminación seguros del producto. La información sirve únicamente como guía de operación de seguridad y no constituye una garantía de las especificaciones o el rendimiento del producto. Los usuarios deben evaluar su aplicabilidad según los escenarios de uso específicos y los requisitos reglamentarios locales, y tomar las precauciones de seguridad necesarias. El compilador no asume responsabilidad legal por pérdidas directas o indirectas derivadas del uso de la información de este documento. Los datos de este documento pueden actualizarse con nuevos hallazgos de investigación y cambios reglamentarios. Se recomienda consultar regularmente la última versión.

Compilada de conformidad con GB/T 16483-2008 y la 8.^a edición revisada del ONU GHS | Ficha de Datos de Seguridad de Trifluorometano (R23)