



## **RIESGOS POR MANIPULACIÓN DE NITRÓGENO LÍQUIDO. INSTRUCCIONES DE MANEJO Y TRANSPORTE. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

El nitrógeno líquido es un gas licuado a temperatura criogénica, incoloro e inodoro.

El peligro primordial a la salud asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento del oxígeno. Puede causar graves quemaduras por congelación.

### **INFORMACIONES REGLAMENTARIAS**

Clasificación CEE

No clasificada como sustancia peligrosa.

ETIQUETADO DE LOS RECIPIENTES

Pictograma

Nº2. Gas no inflamable, no tóxico

Frases de riesgo: Frases R

Gas comprimido a alta presión.

R as: Asfixiante en grandes concentraciones.

Frases de seguridad: Frases S

S9: CONservese el recipiente en lugar bien ventilado.

S23: No respirar los gases.

### **I. OBJETIVO DE ESTAS RECOMENDACIONES**

Recoger toda la información necesaria para el manejo del nitrógeno líquido dentro de las estructuras de la Unidad de Investigación, especialmente la relativa a medidas de seguridad y precauciones de empleo.

### **II. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y ACTIVIDADES**

Personas a las que van dirigidas: Todo el personal que pueda tener contacto con el nitrógeno líquido y que participen de alguna manera en su transporte, almacenamiento o manejo (personal de investigación, celadores, personal de limpieza, etc...).

### III. RIESGOS DERIVADOS DE SU MANIPULACIÓN Y MEDIDA PREVENTIVAS

Se exponen a continuación los principales riesgos derivados de su manipulación y medidas de prevención:

**-Quemaduras por frío o congelación por contacto directo con Nitrógeno Líquido.** El nitrógeno se encuentra a una temperatura de  $-196^{\circ}$  cuando está en ebullición a la presión de una atmósfera. El contacto de la piel con materiales fríos provoca quemaduras criogénicas. El equipamiento interior de los equipos y las propias muestras no deben ser tocados ni sujetados jamás con la mano desnuda. Para cualquier manipulación son imprescindibles los guantes especiales adaptados a la utilización en el entorno criogénico. Nunca deben sumergirse las manos en el nitrógeno líquido, incluso estando protegidas.

Estas quemaduras también se pueden producir por contacto con equipos, canalizaciones, etc., que contienen o están en contacto directo con el nitrógeno en los que es relativamente frecuente la formación de hielo, si bien en la superficie puede tener una temperatura próxima a  $0^{\circ}\text{C}$  a medida que se profundiza, esta temperatura desciende notablemente. Si por alguna circunstancia se desprende la capa superficial y se produce el contacto directo de alguna parte del cuerpo con la capa al descubierto, las quemaduras que se producen son graves.

#### **-Las quemaduras por proyección**

Durante la manipulación de las muestras y más generalmente con cualquier utilización del nitrógeno líquido, es importante protegerse del riesgo de salpicaduras y proyecciones. Éstas provocan quemaduras criogénicas que pueden tener graves consecuencias en particular cuando afectan a los ojos o la cara.

**Contacto con la piel:** Congelamiento de la piel y graves quemaduras criogénicas.

En la piel quemada por congelación no hay dolor. El aspecto es encerado y de color amarillento. En cuanto se descongela, es muy doloroso, se hincha y es muy propensa a infecciones.

**Contacto con los ojos:** Congelamiento a la membrana de los ojos y graves quemaduras criogénicas.

Antes de cualquier manipulación, además de llevar los guantes adaptados, hay que ponerse una pantalla de protección o gafas de seguridad. Llevar las gafas normales correctoras de visión no constituye una protección. Para una correcta protección de los pies se recomienda llevar calzado cerrado.

**-Asfixia en altas concentraciones por desplazamiento del aire.**

La vía principal de exposición a esta sustancia es la respiratoria, ya que puede absorberse por inhalación. En general, se debe evitar la inhalación de gases. El nitrógeno no es tóxico pero puede causar asfixia al desplazar el oxígeno del aire.

El aire contiene un 21% de oxígeno y 78% de nitrógeno. A la presión atmosférica el nitrógeno líquido se vaporiza por encima de  $-196^{\circ}\text{C}$ . Cada litro de líquido se transforma en 680 litros de gas. Uno de sus peligros físicos más importantes es que el gas frío es más pesado que el aire y puede acumularse al nivel del suelo, desplazando al oxígeno y causando una deficiencia de éste con riesgo de asfixia.

En una sala criogénica, la evaporación natural de los recipientes, su llenado y la manipulación de las muestras almacenadas provocan una vaporización de nitrógeno líquido. El nitrógeno como todos los gases neutros es inodoro. Si la sala no está suficientemente ventilada, la emanación de nitrógeno gaseoso puede provocar un empobrecimiento de la atmósfera de oxígeno. Por eso, una medida de prevención óptima es una correcta ventilación de los lugares de trabajo.

Los riesgos asociados a la anoxia (agotamiento en el nivel de oxígeno) aparecen cuando el contenido de oxígeno se encuentra por debajo de aproximadamente el 18 %. Los síntomas pueden variar de un individuo a otro y van desde la debilidad, mareo, náuseas, disminución de los reflejos..... hasta la pérdida del conocimiento. La exposición a atmósferas que contengan una cantidad de oxígeno menor al 10% puede causar pérdida del conocimiento sin dar aviso y tan rápidamente que el individuo no tendrá tiempo de protegerse, con movimientos convulsivos, colapso respiratorio, lesiones graves o muerte. Puede ser necesario un equipo de respiración autónoma.

El riesgo de asfixia es a menudo despreciado y por ello debe ser recalcado durante la formación de los operarios.

Antes de utilizar el producto en un nuevo experimento debe realizarse un estudio completo de seguridad y de compatibilidad de los materiales utilizados.

Otros riesgos menos frecuentes son:

-Lesiones pulmonares al respirar gas muy frío procedente de la vaporización del gas licuado.

-Fragilización de materiales, dando lugar a la aparición de grietas en chapas, estructuras, etc., con el peligro de rotura o desmoronamiento.

**IV. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

El nitrógeno es un asfixiante simple. En humanos se presentan los siguientes síntomas por deficiencia de oxígeno:

**Síntomas de exposición en función de la concentración:**

**12-16% Oxígeno:** Respiración y grados del pulso aumenta, coordinación muscular es ligeramente alterada.

**10-14% Oxígeno:** Efectos emocionales, fatiga anormal, respiración perturbada.

**6-10% Oxígeno:** Nausea y vómito, colapso o pérdida de la conciencia.

**Inferior al 6%:** Movimientos convulsivos, colapso respiratorio y posible muerte.

**Capacidad irritante del material:** Producto no irritante

**Sensibilidad a materiales:** El producto no causa sensibilidad en humanos

**Efectos al sistema reproductivo**

**Habilidad mutable:** No aplicable

**Mutagenicidad:** Ningún efecto mutagénico ha sido descrito para nitrógeno.

**Embriotoxicidad:** Ningún efecto embriotóxico ha sido descrito para nitrógeno.

**Teratogenicidad:** Ningún efecto teratogénico ha sido descrito para nitrógeno.

**Toxicidad Reproductiva:** Ningún efecto de toxicidad reproductiva ha sido descrito para nitrógeno.

## V. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Se debe establecer un área específica donde usar, manipular, trasvasar y almacenar el nitrógeno (en nuestro caso, la Unidad de Criobiología). El almacenamiento se debe hacer en un área fría (por debajo de los 50°C), bien ventilada y señalizada convenientemente, que recuerde la obligatoriedad de uso de los equipos de protección individual.

El trasvase de nitrógeno deberá hacerse mediante una bomba de llenado y con la ayuda de un embudo si fuera necesario. No debe hacerse mediante vertido libre. No permitir el retroceso de sustancias hacia el interior del recipiente.

Para realizar estas operaciones se deberá usar equipos de protección individual (EPIs), como son los guantes de seguridad contra el frío y la máscara o pantalla facial.

### Señalización de seguridad



PROTECCIÓN  
OBLIGATORIA DE  
LA CARA



PROTECCIÓN  
OBLIGATORIA DE  
LAS MANOS

### **Especificaciones de los Equipos de Protección Individual (EPI)**

El usuario de nitrógeno debe ir provisto de los EPIs que se citan a continuación:

Guantes criogénicos que cubran hasta el antebrazo

Pantalla facial protectora

#### -Protección de los Ojos

Proteger los ojos frente a salpicaduras del líquido mediante pantalla facial o gafas cerradas.

Marcados y Normas que debe cumplir el EPI: Marcado CE conforme a lo dispuesto en el RD 1407/1992, Norma UNE-EN 166.

#### -Protección de Manos

Proteger las manos del contacto con el frío mediante guantes reforzados aislantes e impermeables. Protección hasta el antebrazo.

Los guantes no deben estar desgastados, par evitar que el líquido entre dentro y queme la piel. Cuando esto ocurra deberán ser reemplazados por unos nuevos.

Marcados y Normas que deben cumplir el EPI: Marcado CE conforme a lo dispuesto en el RD 1407/1992, Normas UNE EN 420, 388 y 511.

La norma UNE-EN 511 define los requisitos y métodos de ensayo para los guantes que protegen contra el frío conectivo o conductivo hasta una temperatura de -50 a.C. Son EPI de categoría 2. Hay guantes de Categoría 3 (mayor protección), pero no amparados bajo la norma.

Acompañado de unos índices que indican los niveles de prestación:

UNE-EN 511. RIESGOS POR FRÍO						
	Niveles de rendimiento		1	2	3	4
<b>A</b>	<b>Resistencia al frío conectivo</b>	Aislamiento térmico (ITR) en m <sup>2</sup> C/W	≥0.10	≥0.15	≥0.22	≥0.30
<b>B</b>	<b>Resistencia al frío de contacto</b>	Resistencia térmica (R) en m <sup>2</sup> C/W	≥0.025	≥0.050	≥0.100	≥0.150
<b>C</b>	<b>Impermeabilidad al agua</b>	Nivel 1: impermeable Como mínimo 30 min.				

Se recomienda los niveles máximos de resistencia al frío conectivo y frío de contacto, y nivel 1 de impermeabilidad al agua.

#### -Ropa de Protección

Proteger el cuerpo de las salpicaduras del líquido con camisas de manga larga y pantalones largos sin dobladillo. Evitar ropa, joyas y otras cosas que puedan retener el líquido criogénico en contacto con el cuerpo (bolsillos abiertos o lugares donde puede quedar retenido fácilmente el líquido).

#### Especificaciones de la instalación de la Unidad de Criobiología

- El local en el que estén situados los recipientes criogénicos debe estar convenientemente ventilado.
- El porcentaje de oxígeno debe controlarse de forma permanente. Cualquier disminución importante debe accionar una alarma perceptible en el interior y exterior de la sala.
- Una alarma sonora y luminosa pre-regulada avisa instantáneamente de las situaciones de peligro (ver manual de Funcionamiento de instalación de medidas seguridad FIB HULP, La Paz facilitada por Carbuos Metálicos en ANEXO I).

### **VI. MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE**

Antes de manejar nitrógeno líquido lea siempre la FICHA DE SEGURIDAD específica FACILITADA POR EL FABRICANTE (ANEXO II).

- El transporte y la manipulación del nitrógeno líquido se realizará de manera que se evite toda salpicadura, protegiéndose con los equipos adecuados. Hay que asegurarse de llevar puestos los guantes criogénicos, la pantalla facial o máscara de seguridad, y que la ropa y complementos son los adecuados.
- En general se debe evitar la inhalación.
- Asegurar una ventilación adecuada, en especial si trabaja en lugares confinados.
- Se deberán emplear únicamente equipos específicamente aprobados para el uso con nitrógeno líquido y para la presión y temperatura de utilización. En caso de duda contacte con el suministrador.

- Se recomienda deben disponer de cartel de advertencia de riesgos: quemaduras por frío y asfixia, dirigido fundamentalmente al personal de limpieza o a cualquier personal que pueda acceder al laboratorio:



- El producto no es contaminante para el medio ambiente.

Los tanques y depósitos de nitrógeno, la nodriza, el embudo y los equipos de protección (guantes y máscara) se encuentran ubicados en la Unidad de Criobiología de la Unidad de Investigación del IdiPAZ.

Los envases que contengan nitrógeno líquido deben colocarse siempre:

- En posición vertical.
- En zonas libres de riesgo de incendio.
- Lejos de fuentes de calor.
- La temperatura ambiente no debe alcanzar los 50º C.

Los tanques están equipados para que no exista un incremento en la presión interna de éstos.

El equipo con suministro automático está equipado con un sistema de seguridad para controlar la presión interna, por lo que, en condiciones normales, venteará el producto periódicamente. Por esto, no se debe poner nada encima del tapón del depósito.

Es muy importante disponer de un cartel informativo dirigido al personal de limpieza, con el fin de que no manipulen estos envases.

El área de almacenamiento debe encontrarse delimitada con el fin de evitar el paso de personal no autorizado que pueda manipular de forma incorrecta el producto.

Señalar el área con letreros que indiquen "PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO", "NO FUMAR" y con avisos donde se indique el tipo de peligro representado por el producto.

**MANIPULACIÓN**

Antes del uso del producto se deben conocer sus características así como los peligros relacionados con las mismas y debe ser manipulado sólo por personal experimentado y adecuadamente formado.

El rellenado de los tanques lo realiza el personal técnico adecuado con ayuda de un sistema portátil de suministro (nodriza+bala de nitrógeno y embudo). La manipulación del líquido durante los llenados debe realizarse de forma que se evite toda salpicadura, protegiéndose las manos con guantes y pantalla facial así como con prendas de vestir que cubra la superficie corporal. No se permite bajo ningún concepto sandalias o calzados abiertos.

Por otro lado, hay que asegurarse de que existe en la sala una ventilación adecuada.

La operación de trasvase, almacenamiento y transporte de nitrógeno líquido se realizará con recipientes criogénicos adecuados.

Durante el tiempo que dure el llenado del recipiente criogénico, el usuario debe permanecer en todo momento en la dependencia y no abandonarla hasta finalizar el proceso.

Durante el abastecimiento o rellenado de nitrógeno líquido no se permite la presencia de personas ajenas a esta operación.

El traslado de nitrógeno líquido es responsabilidad del usuario, debiéndose asegurar que éste se realiza bajo las máximas condiciones de seguridad.

El usuario debe comunicar al responsable del servicio de Criogenia toda anomalía detectada o incidencia ocurrida, dejando constancia escrita de ello en el *Registro de incidencias del servicio de abastecimiento de nitrógeno líquido* disponible en las instalaciones. Este registro es inspeccionado por el responsable del servicio y remitido al Servicio de Prevención para su evaluación cuando corresponda.

El usuario procurará que la salida del recinto esté libre de obstáculos y que no exista ningún impedimento físico que dificulte una rápida y fácil evacuación, para lo cual mantendrá todas las puertas de la dependencia abiertas y tendrá especial cuidado con el posicionamiento del recipiente criogénico respecto a la salida.

El usuario se asegurará de que, una vez finalizado el servicio, el acceso a la dependencia queda cerrado y la instalación en perfectas condiciones para un uso posterior.

**En caso de derrames:**

- El mayor peligro de los derrames es la rápida evaporación del líquido y el posible riesgo de asfixia, por lo que se deberá abandonar inmediatamente la zona.

- Deberá avisar al Servicio de Seguridad Interna (81616) e impedir la entrada de personal en el área contaminada.
- No entre en una zona contaminada, a menos que se compruebe que la atmósfera es respirable o disponga de un equipo de respiración autónoma. Si es posible se procederá a ventilar la zona.

## VII. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Seguir las indicaciones de los apartados siguientes:

### **Inhalación:**

Los síntomas de asfixia pueden incluir la pérdida de conciencia o movilidad. La víctima puede no haberse dado cuenta de que se asfixia. Los síntomas de asfixia pueden incluir vértigos, dolor de cabeza, náuseas y pérdida de coordinación.

- Trasladar a la persona expuesta a altas concentraciones de nitrógeno al aire libre lo antes posible.
- Obtener asistencia médica inmediatamente (Llamar al 112).

### **Contacto con los ojos:**

**Para evitar quemaduras en los ojos se deberán utilizar pantallas de protección al realizar trasvases desde botellas de gran volumen utilizando una bomba y un embudo.**

- Lavar los ojos inmediatamente, al menos durante 15 min (**quitarse las lentes de contacto si pueden hacerse con facilidad**). Levantar los párpados para mejorar el lavado.
- Obtener asistencia médica, preferiblemente a un oftalmólogo

### **Contacto con la piel:**

**El líquido en contacto con la piel puede producir congelación. La mejor medida de prevención es, siempre que se manipule usar guantes aislantes del frío. En caso de congelación aclarar con agua abundante, no quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.**

- En caso de congelación, retirar la ropa que pueda reducir la circulación en el área congelada. No frotar las partes congeladas ya que puede dañar la piel.
- Tan pronto sea posible darle a la parte afectada un baño abundante con agua tibia cuya temperatura no exceda 40°C (temperatura ambiente) y durante al menos 15 min. Nunca usar aire caliente. Remover y ventilar la ropa contaminada. En caso de exposición masiva, remover la ropa mientras el individuo se baña en una regadera con agua tibia.
- Obtener asistencia médica lo más pronto posible. Si la parte afectada se descongela antes de recibir asistencia médica, cubrir el área con cantidad de gasas secas y estériles.