



# Documentación

## NTP 286: Óxido de etileno: exposición laboral.

### Actualización de la NTP-157

Exposition professionnelle à l'oxide d'ethylène. Mise à jour de la **NTP 157**  
Occupational exposure to ethylene oxide. Updating of **NTP 157**

#### Redactores:

M. Gracia Rosell Farrás  
Ingeniero Técnico Químico

Xavier Guardino Solá  
Doctor en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

*Dada la evolución seguida en estos últimos años por los métodos analíticos para la determinación de óxido de etileno en aire hacia procedimientos más sensibles y que garanticen una mayor estabilidad de la muestra, se lleva a cabo una actualización de la **NTP- 157** de la cual se ven afectados los apartados referentes a valores límites ambientales (incluyendo las últimas novedades), determinación de óxido de etileno y los comentarios, así como la actualización de las tablas de métodos analíticos y la inclusión de los criterios de validación de NIOSH y OSHA para estos métodos.*

### Valores límite ambientales

La directiva 91/322/CEE de 29 de mayo 1.991 relativa al establecimiento de valores límite de carácter indicativo, mediante la aplicación de la directiva 80/1107/CEE, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo, no hace mención alguna al óxido de etileno. Por otro lado OSHA en 1.988 adoptó para el óxido de etileno un valor STEL de 5 ppm durante 15 minutos (1).

### Método para la determinación de óxido de etileno

En las tablas se resumen los diferentes métodos aplicables para la determinación de óxido de etileno en aire.

**Tabla 1: Métodos NIOSH**

Método	1614 (8/87) (2)	3702 (8/87) (2)
CAPTACION	Tubo carbón activo (100/50)+ HBr (Fijación del óxido de etileno como 2-bromoetanol) Flujo 0,05-0,15 l/min Volumen máximo 24 l	Aire ambiente, directamente con una jeringa Bolsas llenadas a un flujo entre 0,02 y 4 l/min
DESORCION	Dimetilformamida, 5 min, con agitación inicial durante 10 s	--
DERIVATIZACION	Añadir 20µl de la disolución de desorción a 2 ml de 2% HFBI (v/v) en isooctano Agitar 1 min Dejar a temperatura ambiente 5 min Añadir 2 ml. H <sub>2</sub> O y agitar 1 min Se separa 1 ml de isooctano de la capa superior y se inyecta al cromatógrafo de gases	--
CONDICIONES CROMATOGRAFICAS	Columna de vidrio 10% SP, 1000 sobre Chromosorb W HP (80/100), 4 m x 3 mm Portador, N <sub>2</sub> , 25 ml/min Detector ECD Temperaturas: Inyector 200° C Detector 300° C Columna 100° C Inyección: 3 µl, tapón de disolvente	Columna PTFE, rellena con Carbopack BHT (40/100), 1,2 m x 3 mm Portador aire ultrapuro, 15 ml/min Detector, PID (fotoionización) Temperaturas: No especificadas Inyección, 1 ml (Se emplea un cromatógrafo portátil con detector PID)
INTERVALO DE TRABAJO	2 a 42 µg/muestra	0,001 a 1000 ppm
LIMITE DETECCION	1 µg/muestra	0,001 ppm (2,5 pg, 1 ml inyección)
PRECISION (s.)	0,13	<0,05

**Tabla 2: Métodos OSHA**

Método	Nº 49 (11/84) (3)	Nº 50 (1/85) (3)
CAPTACION	Monitores pasivos 3M mod. 3550/3551, específicos para óxido de etileno. (Fijación del óxido de etileno como 2-bromoetanol) Velocidad de captación (SR): 49,3 ml/min Velocidad mínima del aire: 3,7 m/min	Tubo carbón activo (100/50)+ HBr Flujo 0,1 l/min Volumen máximo 24 l
DESORCION	Tetrahidrofurano, 24 horas	Dimetilformamida, 5 min, con agitación inicial durante 10 s
DERIVATIZACION	Añadir 25 µl de la disolución de desorción a 1 ml de 2% HFBI (v/v) en isooctano Agitar 1 min Dejar a temperatura ambiente 5 min Añadir 1 ml de H <sub>2</sub> O + 50 mg Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y agitar Se separa la capa superior de isooctano y se inyecta al cromatógrafo de gases	Añadir 10 µl de la solución de desorción a 1 ml de 2%HFBI (v/v) en isooctano Agitar Dejar a temperatura ambiente durante 5 min Añadir 1 ml de H <sub>2</sub> O y agitar Se separa la capa de isooctano y se inyecta al cromatógrafo de gases
CONDICIONES CROMATOGRAFICAS	Columna acero inoxidable, 10% SP-1000 sobre Supelcoport (80/100), 3 m x 4 mm Portador, argón/metano, 25 ml/min Detector ECD Temperaturas: Inyector 200° C Detector 300° C Columna 100° C Inyección: 0,4 µl	Columna de vidrio, 10% SP-1000 sobre Supelcoport (80/100), 3 m x 2 mm Portador, argón/metano (95/5), 15 ml/min Flujo auxiliar, 25 ml/min Detector ECD Temperaturas: Inyector 260° C Columna 85° C Detector 305° C Inyección: 2 µl (Cromatógrafo no automático)
INTERVALO DE TRABAJO	0,7 ppb - 3000 ppm	0,3 ppb - 16 ppm
LIMITE DE DETECCION	0,03 µg/muestra	0,14 µg/muestra
PRECISION (error estándar)	6,4%	6,3%

Tabla 3: Otros métodos

Método	ITB/140.85 y (4)	ITB/38.91 (5) (6)
CAPTACION	2 Tubos carbón activo (400/200 mg) conectados en serie Flujo 0,5 l/min Volumen máximo 5 l 0,01 l/min, 15 min (para valorar TLV-STEL)	Monitores pasivos 3M mod. 3550/3551, específicos para óxido de etileno. (Fijación del óxido de etileno como 2-bromoetanol) Velocidad de captación (SR): 49,3 ml/min Velocidad mínima del aire: 3,7 m/min
DESORCION	Con sulfuro de carbono, en frío y una vez desorbidos guardarlos en el congelador.	A temperatura ambiente con una solución al 10% de cloruro de metileno en metanol durante 30 min.
CONDICIONES CROMATOGRAFIAS	Columna de vidrio Porapak Q (2 m x 1/4") Portador, He 16 ml/min Detector FID (H <sub>2</sub> , 30 ml/min; Aire, 300 ml/min) Temperaturas: Columna, 140° C Detector e Inyector, 200° C Inyección: 5µ/muestra, tapón de disolvente	Columna de vidrio 5% D.E.G.S. sobre Chromosorb G (80-100) Portador, N <sub>2</sub> (columna + auxiliar) 75 ml/min Detector: E.C.D. Temperaturas: Columna 120° C Detector e Inyector 200° C Inyección: 1-5 µl, tapón de disolvente
INTERVALOR DE TRABAJO	1,5 µg - 25 µg/muestra	0,2-300 ppm
LIMITE DE DETECCION	0,5 µg/muestra	1µg/muestra (operativa). 0,003 ppm en 8 horas, 0,75 ppm en 5 min
PRECISION (C.V.)	14%	6,8%

**Tabla 4: Medidores de lectura directa**

Método	Comentarios
ANALIZADOR MIRAN 103	Sensibilidad insuficiente
EO SELF SCAN (7)	Intervalo de aplicación de 0,2 a 3,5 ppm
CG/PID PORTATIL	Ver Tabla 1, método NIOSH 3702

## Comentarios

Los métodos NIOSH 286 y OSHA nº 30, válidos cuando el TLV-TWA del óxido de etileno era de 50 ppm, han sido sustituidos por los métodos NIOSH 1614 y 3702 y OSHA nº 49 y 50. Asimismo, no se considera el monitor específico PRO-TEK C-70(R), ya que su uso es muy restringido.

El método NIOSH 1607 mejora el límite de detección pero no introduce mejoras en la estabilidad de la muestra. Es sustituido por los métodos NIOSH 1614 y 3702.

Los sistemas pasivos presentan la ventaja de que no requieren bombas de muestreo (actúan por difusión), lo que simplifica la toma de muestra y, en el caso de tomar pocas muestras, puede representar un menor coste. Por otro lado, sin embargo, presentan la desventaja de que no se pueden utilizar para la detección de concentraciones pico, ni, en general, en exposiciones cortas (< 30').

Los sistemas, pasivos o activos, que implican la derivatización del óxido de etileno a compuestos más estables, aumentan la capacidad de captación, la estabilidad de la muestra y mejoran el límite de detección. En este momento, sin embargo, no existen tubos de carbón activo impregnados con HBr comercializados, debiéndose preparar en el laboratorio. Por otro lado, el método analítico es mucho más laborioso, el tratamiento de la muestra es más largo y hay que utilizar detectores específicos (ECD), que suelen presentar interferencias a causa de la matriz ácida. Este conjunto de circunstancias hace que se sumen muchos errores aleatorios que afectan la precisión del método.

Los monitores ambientales deben considerarse eficaces en la prevención de la exposición a óxido de etileno. Sus mayores inconvenientes son su dificultad para la estimación de exposiciones personales y que algunos modelos pueden sufrir interferencias o no son actualmente suficientemente sensibles para determinar las concentraciones requeridas.

El método NIOSH 3702, que valora el óxido de etileno con un cromatógrafo de gases portátil, tiene la ventaja de poder hacer mediciones a tiempo real y de corta duración. Es un método que se utiliza para la validación de diferentes sistemas de captación en campo, donde las concentraciones ambientales son variables y pueden haber interferencias. Elimina los problemas de estabilidad de las muestras durante su transporte y almacenamiento.

Puskar et al. (4) han validado un sistema de toma de muestras y método analítico en condiciones de laboratorio y de campo para medir valores límite TLV-STEL. La toma de muestras se lleva cabo en tubos de carbón activo JXC (R) a un flujo de 100 ml/min durante 15 min. Las muestras se guardan en hielo seco en el refrigerador hasta que se analizan.

## Criterios de validación

El criterio de OSHA para la validación de métodos analíticos para la determinación de óxido de etileno es: el error absoluto total (toma de muestras + análisis) debe ser inferior al 25% por lo menos en el 95% de las muestras analizadas a un nivel de concentración de 1 ppm y el error absoluto total debe ser inferior al 35% por lo menos en el 95% de las muestras a un nivel de concentración de 0,5 ppm (nivel de acción).

Según NIOSH el error total absoluto debe ser inferior al 25% por lo menos en el 95% de las muestras analizadas entre 0,5 y 2 veces el TLV-TWA. (3)

## Bibliografía

(1) FEDERAL REGISTER

**Occupational Exposure to Ethylene Oxide. Final Standard**  
53(183), 111414-111438 (1988)

(2) NIOSH MANUAL OF ANALYTICAL METHODS 2ND AND 3TH ED. VOL. 1 AND 2

**Pub. No. 77-157 C and No. 84-100, Methods 1614 and 3702**  
Cincinnati, Oh, USA 1977 and 1984

(3) OSHA

**Methods Nº 49 and 50 Ethylene Oxide**  
Analytical Laboratory, Salt Lake, City, Utah. 84115

(4) M.A. PUSKAR, L.L. NOWAK AND L.H. HECKER

**Laboratory and Field Validation of LXC Charcoal Sampling and Analytical Method for Monitoring. Short-Term Exposures to Ethylene Oxide**  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 49(5), 237-243 (1988)

(5) M.A. PUSKAR AND L.H. HECKER

**Field Validation of Passive Dosimeters for the Determination of Employee, Exposures to Ethylene, Oxide in Hospital Product Sterilization Facilities**  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 50(1), 30-36 (1989)

(6) F. G. SZOPINSKI, M. A. PUSKAR AND L. H. HECKER

**Field Validation of Three Passive Dosimeters for Excursion Limit Monitoring of Ethylene Oxide**  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 52 (4), 151-157 (1991)

(7) M.A. PUSKAR, J.L. NOWAK, AND L. H. HECKER

**Generation of Ethylene Oxide Permissible Exposure Limit Data with On-Site Sample Analysis Using the EO-Self-Scan Passive Monitor**  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 51(5), 273-279 (1990)

**NOTA: Esta bibliografía complementa a la de la [NTP-157](#)**