

Determinación de gases anestésicos (desflurano, sevoflurano, isoflurano, halotano) en aire - Método de adsorción en carbón/ Cromatografía de gases.

MTA/MA-046/A00

Palabras clave: gases anestésicos, desflurano, sevoflurano, isoflurano, halotano, aire, cromatografía de gases.

PRESENTACIÓN

Los Agentes Anestésicos Inhalatorios (AAI) son sustancias volátiles empleadas en algunos procedimientos quirúrgicos tanto sobre humanos como sobre animales para aumentar el umbral de sensibilidad al dolor y eliminar el estado de vigilia. El uso de AAI está asociado con cefaleas, irritabilidad, alteraciones del sueño, disminución del apetito etc. Los AAI más empleados en la actualidad son : óxido nitroso, halotano, enflurano, isoflurano, sevoflurano y desflurano. Según la vía de entrada, la exposición aguda producirá los siguientes efectos: por inhalación, confusión, vértigo, náusea, enrojecimiento; por contacto con la piel y mucosas, sequedad, enrojecimiento, por contacto con los ojos, enrojecimiento. Por todo ello resulta de interés disponer de un método ensayado y validado para la determinación de agentes anestésicos en aire, con el fin de poder evaluar la exposición laboral al mismo.

El método "*Determinación de gases anestésicos en aire. Método de adsorción en carbón / Cromatografía de gases*" es un **MÉTODO ACEPTADO** por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Como **MÉTODO ACEPTADO** se entiende un método utilizado en el INSHT y que ha sido sometido a un protocolo de validación por organizaciones competentes en el área de la normalización de métodos analíticos, o bien ha sido adoptado como método recomendado por asociaciones profesionales dedicadas al estudio y evaluación de riesgos por agentes químicos así como aquellos métodos recomendados por la UE o basados en métodos ampliamente conocidos y evaluados por especialistas en este tipo de análisis.

Índice

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

2. DEFINICIÓN

3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO

4. REACTIVOS Y PRODUCTOS

4.1. Gases

4.2. Reactivos

4.3. Disoluciones

5. APARATOS Y MATERIAL

5.1. Aparatos y material para la toma de muestra

5.2. Aparatos y material para el análisis

6. TOMA DE MUESTRA

7. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

7.1. Preparación de muestras y blancos

7.2. Calibración

7.3. Análisis cromatográfico

8. CÁLCULOS

8.1. Cálculo de la eficacia de desorción

8.2. Determinación de la concentración de analito presente en la disolución de desorción

8.3. Determinación de la cantidad de analito presente en la muestra

8.4. Determinación de la concentración de analito en el aire

9. PRECISIÓN

10. BIBLIOGRAFÍA

ANEXO A

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Se describen en este método el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la captación en tubo de carbón y análisis por cromatografía de gases, de vapores en aire de desflurano, sevoflurano, isoflurano y halotano presentes de forma individual en ambientes laborales en un intervalo de concentración de:

40 mg/m³ a 1000 mg/m³ de desflurano (Nº CAS 57041-67-5)

40 mg/m³ a 1000 mg/m³ de sevoflurano (Nº CAS 28523-86-6)

35 mg/m³ a 900 mg/m³ de isoflurano (Nº CAS 26675-46-7)

40 mg/m³ a 1000 mg/m³ de halotano (Nº CAS 151-67-7)

Los estudios de validación se han llevado a cabo en dos tipos de carbón: (1) carbón sintético de bajo contenido en cenizas, denominado Anasorb 747, y (2) carbón activo. Los datos de validación para dichos intervalos se incluyen en el [anexo A](#).

El límite superior del intervalo útil depende de la capacidad de adsorción del carbón utilizado, que se establece en función del volumen de ruptura (véase [apartado 2](#) y [tabla 1 del anexo A](#)), el cual no debe excederse durante el muestreo.

El límite inferior del intervalo útil depende de una serie de factores tales como: nivel de ruido del detector, blancos de la muestra y reactivos, eficacia de desorción y las interferencias en el análisis cromatográfico.

Este método de análisis se ha desarrollado para determinar concentraciones medias ponderadas en el tiempo de vapores de gases anestésicos en aire, mediante la utilización de equipos de muestreo de bajo caudal, tanto para tomas de muestras personales como en lugares fijos. No puede ser utilizado para medir concentraciones instantáneas o fluctuaciones de concentración en periodos cortos de tiempo.

Se considera interferencia cualquier otro compuesto orgánico, que presente el mismo o próximo tiempo de retención que el compuesto a analizar, en las condiciones de operación descritas en este método. Estas interferencias pueden minimizarse seleccionando las condiciones y columnas adecuadas

2. DEFINICIÓN

El volumen de ruptura del tubo de carbón es el volumen de aire contaminado que puede pasarse a través de la primera sección del tubo, antes de que la concentración de contaminante en el aire eluyente alcance el 5% de la concentración de entrada.

3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO

La muestra se recoge haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un tubo relleno de carbón, mediante una bomba de muestreo personal quedando los vapores orgánicos adsorbidos sobre el carbón. Posteriormente se desorbe con tolueno o sulfuro de carbono y se analiza la disolución resultante en un cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama.

Se obtienen las áreas de los picos de los analitos de interés y del patrón interno determinando la cantidad presente en la muestra.

A partir de la masa de los analitos presentes en la muestra se obtienen las concentraciones ambientales.

4. REACTIVOS Y PRODUCTOS

4.1. Gases

4.1.1. Nitrógeno purificado

4.1.2. Hidrógeno purificado

4.1.3. Aire sintético puro

4.1.4. Helio

4.2. Reactivos

Todos los reactivos deben ser de calidad analítica.

4.2.1. Tolueno

NOTA: SUSTANCIA FÁCILMENTE INFLAMABLE Y NOCIVA. Frases (R) 11-20. Frases (S) 16-25-29-33. [Real Decreto 363/1995 \(10.1.\)](#).

4.2.2. Benceno (patrón interno para desflurano y sevoflurano).

NOTA: SUSTANCIA FÁCILMENTE INFLAMABLE Y TÓXICA. Frases (R) 45-11-23124125-48. Frases (S) 5316-29-44. [Real Decreto 363/1995 \(10.1.\)](#).

4.2.3. Sulfuro de carbono, exento de compuestos que coeluyan con los analitos de interés.

NOTA: SUSTANCIA MUY INFLAMABLE Y MUY TÓXICA. Frases (R) 12-26. Frases (S) 27-29-33-43-45. [Real Decreto 363/1995 \(10.1.\)](#).

4.2.4. N-Propilbenceno (patrón interno para isoflurano y halotano).

NOTA: SUSTANCIA IRRITANTE. Frases (R) 10-37. [Real Decreto 363/1995 \(10.1.\)](#).

4.3. Disoluciones

4.3.1. Disolución desorbente para desflurano y sevoflurano: de tolueno conteniendo benceno como patrón interno en una concentración de 0,1 µl/ml.

4.3.2. Disolución desorbente para isoflurano y halotano: de sulfuro de carbono conteniendo n-propilbenceno como patrón interno en una concentración de 1 µl/ml.

4.3.3. Disolución patrón para la calibración a un nivel de concentración. Se prepara añadiendo, mediante microjeringas de precisión, una cantidad determinada de cada analito a un volumen de disolución desorbente (4.3.1.) (4.3.2.), a fin de obtener una disolución patrón en concentración similar a la muestra a analizar. Dicha concentración se debe expresar en términos de mg/ml de disolución desorbente.

4.3.4. Disolución patrón para la calibración multinivel. Se preparan cinco disoluciones añadiendo mediante microjeringas de precisión diferentes cantidades de cada analito a un volumen de disolución desorbente (4.3.1.) (4.3.2.), a fin de obtener disoluciones patrón de concentraciones que cubran el intervalo de aplicación del método. Dichas concentraciones se deben expresar en términos de mg/ml de disolución desorbente.

5. APARATOS Y MATERIAL

5.1. Aparatos y material para la toma de muestra

5.1.1. Bomba de muestreo. Se requiere una bomba de muestreo portátil capaz de mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo. El caudal de la bomba ha de mantenerse constante dentro de un intervalo $\pm 5\%$ (UNE EN 1232) (10.6.).

Para conectar la bomba y el tubo de carbón (o el soporte del tubo) se utilizará un tubo de goma o plástico de longitud y diámetro adecuados, a fin de evitar estrangulamientos y fugas en las conexiones.

Para la calibración de la bomba se utilizará preferentemente un medidor de burbuja de jabón.

5.1.2. Tubos de muestreo. Se utilizarán dos tipos de tubos de vidrio con los dos extremos cerrados a la llama de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro externo y 4 mm de diámetro interno, conteniendo: (1) dos secciones de carbón sintético (anasorb 747) separadas por una porción de espuma de poliuretano de 2 mm. La primera sección contiene 140 mg carbón sintético 20/40 mallas y la segunda 70 mg. (2) dos secciones de carbón activo separadas por una porción de espuma de poliuretano de 2 mm. La primera sección contiene 100 mg de carbón activo 20/40 mallas y la segunda, 50 mg. Entre el extremo de salida del tubo y la segunda sección se coloca una porción de 3 mm de espuma de poliuretano. Delante de la primera sección se coloca un tapón de lana de vidrio silanizada. Los tubos deberán disponer de tapones de polietileno que ajusten bien, para prevenir fugas durante el transporte y almacenamiento de las muestras.

Se dispondrá de algún elemento de sujeción a fin de mantener el tubo de muestreo en posición vertical en la zona de respiración del trabajador.



5.2. Aparatos y material para el análisis

5.2.1. Tubos con tapón roscado de 2 ml de capacidad o mayores, con junta de politetrafluoroetileno.

5.2.2. Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama.

5.2.3. Columna cromatográfica de sílice fundida: (A) de 50 m de longitud y 0,23 mm de diámetro interno de SE30, para el análisis de desflurano y sevoflurano, y (B) de 20 m de longitud y 0,20 mm de diámetro interno de FFAP, para el análisis de isoflurano y halotano, o cualquiera otra capaz de separar los analitos de interés.

5.2.4. Integrador electrónico u otro sistema equivalente para la medida de las áreas de los picos.



6. TOMA DE MUESTRA

6.1. Calibrar la bomba portátil conectada a un tubo de muestreo (5.1.2.) en condiciones representativas de la toma de muestra, utilizando un medidor de caudal externo (medidor de burbuja de jabón).

6.2. Romper los dos extremos del tubo de carbón justo antes de comenzar el muestreo. Conectar la bomba al tubo de muestreo con un tubo de goma o plástico de tal forma que la sección menor del tubo (segunda sección) sea la más próxima a la bomba. Evitar toda conexión anterior a la entrada del tubo de carbón a fin de evitar posibles adsorciones de contaminantes en la misma, que lleven a errores en las determinaciones.

6.3. Colocar verticalmente el tubo de muestreo en la zona de respiración del trabajador (por ejemplo, sujeto a la solapa). La bomba de muestreo se sujeta en el cinturón del trabajador o en su bolsillo. En el caso de muestras estáticas debe elegirse un lugar de muestreo adecuado.

6.4. Poner en marcha la bomba, y controlar la duración del muestreo. Normalmente el caudal no debe exceder de 50 ml/min (véase [tabla 1 de anexo A](#)).

6.5. Anotar y registrar los tiempos, temperatura, humedad, caudal y presión barométrica antes y después de la toma de muestra.

6.6. Finalizado el muestreo, desconectar la bomba, retirar los tubos de muestreo y cerrar ambos extremos con los tapones de polietileno. Etiquetar convenientemente cada tubo.

6.7. Con cada lote de muestra debe prepararse un blanco de muestra, utilizando tubos idénticos a los usados para el muestreo y sometidos a las mismas manipulaciones, excepto que no se ha pasado aire a su través.

6.8. Las muestras de desflurano deben almacenarse refrigeradas, analizándose dentro de los siete días siguientes a su captación, y las de sevoflurano, isoflurano y halotano pueden almacenarse a temperatura ambiente y analizarse dentro de los catorce días siguientes a su captación (véase [tabla 4 del anexo A](#)).



7. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

7.1. Preparación de muestras y blancos

Añadir 1 ml de la disolución desorbente (4.3.1. o 4.3.2.) a un tubo roscado y cerrarlo inmediatamente. Hacer una muesca en el tubo de carbón frente de la primera sección y romper el tubo. Se saca y se desecha la lana de vidrio. Añadir la primera sección de carbón al tubo con la disolución desorbente y volver a cerrar. Agitar el tubo ocasionalmente durante un periodo de 30 minutos para asegurarse de que la desorción sea máxima. Repetir el mismo procedimiento para la segunda sección de carbón utilizando otro tubo roscado.

7.2. Calibración

7.2.1. Calibración a un nivel de concentración. La disolución patrón se prepara por triplicado según 4.3.2. analizándose en las mismas condiciones que las muestras, con el fin de obtener una respuesta media del analito (8.2.1.1.).

7.2.2. Calibración multinivel. Cada una de las cinco disoluciones patrón preparadas según 4.3.3. se analizan en las mismas condiciones que las muestras. La curva de calibración se construye representando en una gráfica las concentraciones de los compuestos de interés en mg/ml de disolución, frente al área del pico de analito.

7.3. Análisis cromatográfico

7.3.1. Condiciones cromatográficas. Las condiciones típicas de trabajo para el cromatógrafo de gases equipado según se indica en 5.2.2. y 5.2.3. son las siguientes:

	Desflurano y Sevoflurano	Isoflurano y Halotano
Temperatura del inyector	230 °C	230 °C
Temperatura de la columna	80 °C	60 °C
Temperatura del detector	250 °C	250 °C
Gas portador: helio	División flujo 1/100	División flujo 1/70

7.3.2. Inyectar una alícuota de 1 µl tanto de las disoluciones resultantes de las desorciones del tubo de carbón (7.1.) como de las disoluciones patrón en el cromatógrafo de gases. Determinar el área del pico del analito de interés.

7.4. Determinación de la eficacia de desorción

La eficacia de desorción puede variar con el tipo y lote de carbón usado, siendo necesario calcularla para cada lote de carbón sobre el intervalo de aplicación del método.

Para calcular dicha eficacia de desorción, se inyectan diferentes cantidades del analito de interés en al menos tres tubos conteniendo 100 mg de carbón activo y tres tubos conteniendo 140 mg de carbón sintético (anasorb 747), (primera sección de los tubos de muestreo), para cubrir el intervalo de aplicación del método. Una vez adicionados los contaminantes a los tubos de carbón, se guardan refrigerados durante toda la noche para asegurar la completa adsorción. Estos tubos se tratan como muestras. Paralelamente debe prepararse un tubo blanco por cada concentración, de la misma manera que las muestras, excepto que no se ha añadido contaminante.

Asimismo, se preparan dos o tres patrones inyectando el mismo volumen de contaminante en 1 ml de disolución desorbente con la misma microjeringa utilizada en la preparación de las muestras.

Tanto los tubos blancos como los de muestra se desorben con 1 ml de disolución desorbente de la forma descrita en 7.1. analizándose dichas disoluciones así como las disoluciones patrón de la misma manera que se ha descrito en el apartado 7.3.

8. CÁLCULOS

8.1. Cálculo de la eficacia de desorción

La eficacia de desorción (ED) se calcula basándose en los resultados obtenidos en el apartado 7.4., mediante la siguiente expresión:

$$ED = \frac{m_i - m_b}{m}$$

donde:

m_i es la cantidad promedio (mg) de analito recuperada en la primera sección del tubo de carbón (tubo tratado como muestra).

m es la cantidad promedio (mg) de analito añadida al patrón.

m_b es la cantidad de analito (mg) encontrada en el blanco.

De acuerdo con los datos de la [tabla 2 del anexo A](#), puede considerarse que la eficacia de desorción tanto para el desflurano como para el sevoflurano, isoflurano y halotano no varía con la concentración y podrá considerarse constante en todo el intervalo de aplicación del método.

	Carbón sintético	Carbón activo
Desflurano	102,8%	99,5%
Sevoflurano	103,1%	101,7%
Isoflurano	98,3%	98,3%
Halotano	103,0%	102,3%

Se recomienda calcular dicho valor en cada laboratorio, no utilizándose aquellos tubos cuya eficacia de desorción sea inferior al 75% ($ED = 0,75$).



8.2. Determinación de la concentración de analito presente en la disolución de desorción

8.2.1. Calibración a un nivel de concentración

8.2.1.1. Determinación del factor de respuesta. Se calcula el factor de respuesta del analito y del patrón interno con los datos obtenidos en [7.2.1](#). mediante la expresión:

$$F_R = \frac{m}{A}$$

donde:

m es la cantidad de analito o patrón interno en las disoluciones patrón.

A es el área promedio correspondiente al pico de analito o patrón interno en las disoluciones patrón.

8.2.1.2. Determinación del factor de respuesta relativo. Se calcula utilizando la expresión:

$$f_i = \frac{F_R \text{ analito}}{F_R \text{ patrón interno}}$$

8.2.1.3. La concentración en miligramos por mililitro del analito, en las disoluciones de desorción de cada sección del tubo de muestreo, se determina según la expresión:

$$c_i = \frac{A_i \times c_o \times f_i}{A_o}$$

donde:

c_i es la concentración de analito en mg/ml de disolución.

c_o es la concentración del patrón interno en mg/ml de disolución.

A_i es el área correspondiente al pico de analito en la muestra.

A_o es el área correspondiente al pico del patrón interno en la muestra.

f_i es el factor de respuesta relativo.

8.2.2. Calibración multinivel. Leer la concentración en miligramos por mililitro correspondiente a cada sección del tubo de muestreo en la curva de calibración (véase 7.2.2.).

8.3. Determinación de la cantidad de analito presente en la muestra

Una vez determinada la concentración de analito en la disolución de desorción, se calcula la cantidad en mg de compuesto en el tubo de muestreo mediante la siguiente expresión:

$$m_s = \frac{C_f + C_p - C_b}{ED} \times V_d$$

donde:

m_s es la cantidad total de analito presente en la muestra, en mg.

C_f es la concentración de analito en mg/ml en la sección frontal del tubo de muestreo.

C_p es la concentración de analito en mg/ml en la sección posterior del tubo de muestreo.

C_b es la concentración de analito en mg/ml en las dos secciones del blanco.

ED es la eficacia de desorción.

V_d es el volumen de disolución desorbente, en ml.

8.4. Determinación de la concentración de analito en el aire

Se calcula la concentración de analito en el aire muestreado, en miligramos por metro cúbico, por medio de la siguiente ecuación:

$$C_{\text{aire}} = \frac{m_s}{V}$$

donde:

C_{aire} es la concentración de analito en el aire muestreado, en mg/m³.

m_s es la cantidad total de analito presente en la muestra, en mg.

V es el volumen de aire muestreado, en m³.

La concentración de analito en aire, expresada en mililitros por metro cúbico (ppm), se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$C_{\text{ppm}} = C_{\text{aire}} \times \frac{24,0}{M} \times \frac{101,3}{P} \times \frac{t + 273,15}{293,15}$$

donde:

P es la presión del aire muestreado en KPa (10³ N/m²).

t es la temperatura del aire muestreado en °C.

M es el peso molecular del analito en g/mol.

9. PRECISIÓN

El coeficiente de variación del método, tanto para el desflurano como para el sevoflurano, isoflurano y halotano, calculado a partir de los datos intralaboratorio de muestras captadas en atmósferas de concentraciones, es inferior a 5% en todo el intervalo de aplicación del método (véase [tabla 3 del anexo A](#)).

10. BIBLIOGRAFÍA

1. [Real Decreto 363/1995](#) ⁽¹⁾ de 10 de marzo (BOE de 5.6.95) "[Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas](#)". Modificado el Anexo 1 por la Orden de 13.9.95 (BOE de 19.9.95).
2. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. "[Protocolo de validación para la determinación de gases y vapores orgánicos en un adsorbente sólido mediante un sistema activo](#)" MTA/PV - I(2)/98.
3. Occupational Safety and Health Agency. [Organics methods Evaluation. Method 103](#).
4. Occupational Safety and Health Agency. [Organics Methods Evaluation. Method 106](#).
5. Xunta de Galicia. "[Protocolo de vigilancia médica específica de los trabajadores expuestos a agentes anestésicos inhalatorios](#)".
6. EN 1232 "[Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para muestreos personales de agentes químicos. Requisitos y métodos de ensayo](#)".

ANEXO A

En este Anexo se recogen las tablas de los datos obtenidos en las experiencias llevadas a cabo para el desarrollo del método, siguiendo los criterios indicados en el protocolo de validación para vapores orgánicos captados en un adsorbente sólido mediante un sistema activo ([10.2](#)).

Tabla 1
Volumen de ruptura VR de gases anestésicos obtenidos de forma individual

Compuesto	Adsorbente	H _R (%)	C (mg/m ³)	Q _{TM} (l/min)	V _R (l)	Volumen recomendado
Desflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	82,4	1015,76	0,102	5,0	3 litros
		82,9	1019,27	0,051	8,0	
Sevoflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	82,9	1181,46	0,102	9,5	6 litros
		84,3	1179,14	0,051	8,5	
Isoflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	85,2	773,81	0,102	9,5	6 litros
		85,3	790,74	0,051	9,5	
Halotano	Carbón sintético (Anasorb 747)	83,4	979,61	0,051	>15	6 litros
Desflurano	Carbón activo	92,0	963,13	0,051	3,5	2 litros
Sevoflurano	Carbón activo	91,4	962,86	0,051	9,0	5 litros
Isoflurano	Carbón activo	79,1	814,40	0,102	17,5	6 litros
		78,8	802,77	0,051	17,5	
Halotano	Carbón activo	84,0	917,59	0,051	9	6 litros

C
concentración
generada en
la atmósfera.

H_R humedad
relativa de la
atmósfera.

Q_{TM} caudal
de toma de
muestra.

V_R volumen
de ruptura;

véase
definición en
el apartado 2.

Tabla 2
Eficacia de desorción (ED)

Compuesto	Adsorbente	C (mg)	C _R (mg)	n	CV (%)	ED
Desflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	0,1222	0,1220	6	3,11	0,998
		0,6672	0,6893	6	1,47	1,033
		1,3275	1,3828	5	1,56	1,042
		2,7270	2,8407	6	0,91	1,042
Sevoflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	0,2769	0,2878	6	0,92	1,039
		1,4870	1,5131	6	1,53	1,018
		4,5040	4,6419	6	1,14	1,031
		8,9780	9,3260	6	0,76	1,039
Isoflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	0,2045	0,2026	6	1,06	0,990
		1,4550	1,4088	6	2,11	0,968
		2,9320	3,0181	6	2,93	1,029
		5,9490	5,5788	5	1,73	0,938
Halotano	Carbón sintético (Anasorb 747)	0,2463	0,2536	6	0,97	1,030
		1,1695	1,2132	6	0,58	1,037
		2,7560	2,8155	6	1,18	1,022
		5,5230	5,7001	6	1,09	1,032
Desflurano	Carbón activo	0,0671	0,0655	5	3,17	0,975
		0,3457	0,3505	6	4,74	1,014
		1,0542	1,0453	6	0,77	0,992
		2,1113	2,1057	6	0,97	0,997
Sevoflurano	Carbón activo	0,2961	0,2986	6	1,72	1,008
		1,5103	1,5368	6	0,91	1,017
		2,9920	3,0250	6	0,82	1,011
		5,9800	6,1828	6	1,01	1,034
Isoflurano	Carbón activo	0,2045	0,2012	6	3,32	0,984
		1,4550	1,3824	6	1,56	0,950
		2,9320	2,9716	6	1,52	1,013
		5,9490	5,8521	5	1,58	0,984
Halotano	Carbón activo	0,2463	0,2544	6	1,32	1,033
		1,1695	1,1971	6	1,28	1,024
		2,7560	2,8101	6	1,30	1,020
		5,5230	5,6205	6	1,61	1,018

C cantidad de compuesto añadida al carbón, (7.4.) expresada en mg.

C_R cantidad de compuesto recuperada, expresada en mg.

n número de determinaciones.

CV coeficiente de variación.

ED eficacia de desorción media.

Tabla 3
Muestreo /Análisis - Datos Intralaboratorio

Compuesto	Adsorbente	H_R (%)	C_A (mg/m ³)	C_R (mg/m ³)	CV (%)	SESGO (%)
Desflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	19,2	920,22	914,69	1,12	-0,60
		25,2	459,54	460,05	0,55	+0,11
		25,3	222,95	211,03	0,83	-5,35
		24,1	41,51	39,52	0,56	-4,79
		85,5	917,35	903,68	3,28	-1,49
		89,7	968,03	930,64	1,13	-3,86
		84,4	470,20	454,37	1,99	-3,36
		86,0	198,74	190,29	2,47	-4,25
		82,5	42,30	41,07	3,22	-2,91
Sevoflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	19,8	974,40	952,48	0,85	-2,25
		20,8	493,17	481,01	0,55	-2,47
		20,5	241,08	250,45	1,79	+3,89
		20,4	48,82	48,30	1,35	-1,06
		86,0	966,92	953,29	1,93	-1,41
		91,4	962,86	936,66	0,87	-2,72
		84,7	492,16	491,49	0,98	-1,36
		85,9	239,92	246,86	3,30	+2,89
		85,6	48,34	49,41	1,09	+2,21
Isoflurano	Carbón sintético (Anasorb 747)	21,1	35,55	32,29	1,18	-9,17
		22,1	198,40	182,83	1,35	-7,85
		22,4	399,21	387,24	1,03	-3,00
		22,3	800,00	783,77	2,28	-2,03
		83,0	37,64	37,31	1,11	-0,88
		84,0	217,95	215,85	3,34	-0,96
		83,3	442,71	423,31	0,72	-4,38
		81,1	822,73	777,24	1,77	-6,29

Halotano	Carbón sintético (Anasorb 747)	23,2	41,85	39,26	1,30	-6,19
		23,3	231,94	214,36	1,63	-7,56
		24,7	473,76	449,91	1,66	-5,03
		25,0	945,41	904,31	2,67	-4,35
		83,9	902,83	859,84	1,80	-4,76
		83,0	450,61	422,29	0,72	-6,28
		83,2	226,91	218,21	0,87	-3,77
		83,4	39,79	38,12	1,82	-4,20
Desflurano	Carbón activo	21,0	973,14	976,74	1,42	+0,37
		21,3	498,99	475,97	1,34	-4,61
		22,7	241,78	231,21	1,59	-4,37
		25,2	48,32	47,15	4,34	-2,42
		89,7	968,03	963,59	1,35	-0,46
		91,1	497,01	525,74	1,49	+5,78
		89,5	248,85	250,45	1,88	+0,64
		91,7	47,93	46,58	4,39	-2,81
Sevoflurano	Carbón activo	18,6	987,25	928,34	1,29	-5,97
		20,3	494,16	471,36	1,65	-4,61
		23,4	245,16	234,66	4,50	-4,28
		23,6	47,06	45,26	3,41	-3,82
		90,7	961,54	954,78	1,63	-1,01
		94,9	469,65	462,61	1,07	-1,50
		95,7	235,54	244,14	4,01	+3,65
		93,8	45,66	42,01	0,56	-7,99
Isoflurano	Carbón activo	21,1	35,55	33,66	1,42	-5,32
		22,1	198,40	196,11	1,42	-1,15
		22,4	399,21	397,73	1,17	-0,37
		22,3	800,00	765,04	2,04	-4,37
		82,1	36,31	36,60	4,13	+0,80
		84,0	217,95	215,63	3,00	-1,06
		80,9	781,82	754,09	3,98	-3,55
Halotano	Carbón activo	23,2	41,85	39,97	0,66	-4,49
		23,3	231,94	216,03	0,49	-6,84
		24,7	473,76	454,58	0,72	-4,05
		25,0	945,41	917,82	1,15	-2,92
		83,9	893,17	861,53	1,61	-3,54
		83,0	450,61	420,22	0,45	-6,74
		83,2	226,90	218,35	0,88	-3,77
		82,3	39,83	37,97	0,38	-4,67

C_A
concentración
generada en
la atmósfera,
expresada
en mg/m^3 .

C_R
concentración
recuperada
de los tubos
de carbón,
expresada
en mg/m^3 .

H_R humedad
relativa de la
atmósfera.

CV
coeficiente
de variación.

SESGO
(expresado
en %).

Tabla 4
Estudio de estabilidad de muestras

Compuesto	Temperatura	Fecha	C_R (mg/m^3)	1ª sección		2ª sección		Dif
				C_R (mg/m^3)	CV (%)	$C_{R'}$ (mg/m^3)	CV (%)	
Adsorbente: carbón sintético (Anasorb 747)								
Desflurano	Ambiente	7 días	41,07	39,58	2,33			-3,63
	Ambiente	14 días		38,84	1,53			-5,43
	Ambiente	7 días	903,68	809,72	1,93	28,99	5,75	
	Ambiente	14 días		744,72	2,51	101,49	8,55	
	Refrigerado	7 días	930,64	916,20	1,23			-1,55
	Refrigerado	14 días		876,74	0,59	16,57	21,78	
Sevoflurano	Ambiente	7 días	49,41	49,51	0,74			+0,20
	Ambiente	7 días	953,29	923,06	0,67			-3,17
	Ambiente	14 días	936,66	966,32	0,48			+3,16
	Refrigerado	7 días	953,29	931,51	0,56			-2,28
	Refrigerado	14 días	936,66	963,93	1,64			+2,91
Isoflurano	Ambiente	14 días	37,31	36,18	1,39			-3,03
	Ambiente	7 días	777,24	726,59	2,01			-5,91
	Ambiente	14 días		722,87	2,48			-6,39
Halotano	Ambiente	14 días	38,12	37,72	0,85			-1,05
	Ambiente	7 días	859,54	851,48	0,49			-0,94
	Ambiente	14 días		860,93	1,67			+0,17
Adsorbente: carbón activo								
Desflurano	Ambiente	7 días	963,59	879,05	0,65			-8,77
	Ambiente	14 días		861,28	1,01	31,33	18,93	

	Refrigerado	7 días		924,56	2,54			-4,05
	Refrigerado	14 días		881,12	0,86			-8,56
Sevoflurano	Ambiente	7 días	954,78	918,21	0,90			-3,83
	Ambiente	14 días		877,12	2,22			-8,13
Isoflurano	Ambiente	7 días	36,60	35,80	4,79			-1,41
	Ambiente	14 días		35,71	3,81			-1,65
	Ambiente	7 días	754,09	754,43	4,59			+0,04
	Ambiente	14 días		746,82	4,04			-0,96
Halotano	Ambiente	14 días	37,97	37,15	2,33			-2,16
	Ambiente	14 días	861,53	783,61	1,88			-9,04

C_R

concentración media recuperada en la 1ª parte del tubo al analizar las muestras inmediatamente.

Cada resultado es promedio de al menos 5 muestras.

C_R'

concentración media recuperada en la 2ª parte del tubo.

CV coeficiente de variación.

Dif diferencia porcentual con respecto al análisis inmediato.

T^a corresponde a la temperatura de almacenamiento de las muestras.

Nota: Las concentraciones y humedades relativas de las atmósferas de desflurano, sevoflurano, isoflurano, halotano quedan reflejadas en la [tabla 3](#).

Para cualquier observación o sugerencia en relación con este Método puede dirigirse al
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
Centro Nacional de Verificación de Maquinaria
Camino de la Dinamita, s/n Monte Basatxu-Cruces - 48903 BARACALDO (VIZCAYA)
Tfn. 944 990 211 - 944 990 543 Fax 944 990 678
Correo electrónico.- cnvminsht@mtas.es

Revisión normativa

(1) [Real Decreto 363/1995](#) sufre periódicamente modificaciones por lo que es conveniente consultar los listados que en esta Web se trata de mantener actualizados



[Advertencia](#)

© INSHT