



Monitores Pasivos por Difusión

**Para Monitores de Vapores Orgánicos
3500 y 3520**

Abril 1999

INTRODUCCIÓN

3M fabrica diferentes monitores pasivos para vapores orgánicos. El monitor 3M 3500 contiene una única sección de material adsorbente. Está diseñado para ser analizado por el usuario o por un laboratorio independiente. El monitor 3M 3520 contiene una doble sección de material adsorbente, que proporciona una mayor capacidad.

Este manual contiene información relativa al muestreo y análisis utilizando los monitores pasivos 3M. Se incluyen las siguientes secciones:

Sección 1. Información sobre el muestreo

- 1.1. Límites de exposición
- 1.2. Tiempo de muestreo
- 1.3. Precisión
- 1.4. Estrategia de muestreo
- 1.5. Compuestos no compatibles

Sección 2. Procedimiento de análisis

- 2.1. Cálculo de la concentración de contaminante
- 2.2. Procedimiento para medidores 3M 3500
- 2.3. Procedimiento para medidores 3M 3520

Sección 3. Coeficiente de desorción

- 3.1. Cálculo del coeficiente de desorción

Sección 4. Tablas de muestreo y análisis

- 4.1. Velocidades de muestreo
- 4.2. Duración del muestreo
- 4.3. Capacidad
- 4.4. Coeficiente de desorción

Para más información contacte con:

3M España, S.A.
Departamento de Productos de Protección Personal
Servicio Técnico
Juan Ignacio Luca de Tena, 19-25

28027 Madrid
Teléfono: 91.321.61.43
Fax: 91.321.63.05

SECCIÓN 1. INFORMACIÓN SOBRE EL MUESTREO

1.1. Límites de exposición

La mayoría de los países han definido límites de exposición para contaminantes en el lugar de trabajo. En Estados Unidos, los TLV de la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) y los valores PEL publicados por la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) son los más utilizados. Los valores TLV deben utilizarse como directrices o recomendaciones para el control de riesgos potenciales para la salud. No están pensados para ser utilizados como estándares legales. Estos valores son revisados anualmente y modificados en caso de que existan datos que justifiquen dicha modificación.

Existen tres categorías de valores límite umbral (TLVs):

- a) TLV-TWA (Valor límite umbral - media ponderada en el tiempo)
Representa la concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente, día tras día, sin efectos adversos.
- b) TLV-STEL (Valor límite umbral - límite de exposición de corta duración)
Es la concentración a la que los trabajadores pueden estar expuestos de manera continuada durante un corto espacio de tiempo sin sufrir 1) irritación, 2) daños crónicos o irreversibles en los tejidos o 3) narcosis en grado suficiente para aumentar la probabilidad de lesiones accidentales, y siempre que no se sobrepase el TLV diario. Las exposiciones por encima del TLV-TWA no deben tener una duración superior a 15 minutos, ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber por lo menos un período de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango. No es un límite de exposición independiente, sino que complementa al TLV-TWA cuando se admite la existencia de efectos agudos de una sustancia cuyos efectos son, principalmente, de carácter crónico.
- c) TLV - C (Valor límite umbral - techo)
Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento.

Los límites de exposición de OSHA (29 CFR 1910) son estándares legales en Estados Unidos y coinciden, en su gran mayoría, con los valores TLV publicados en 1988-89.

Los monitores pasivos de 3M pueden utilizarse para medir la concentración de contaminante durante 8 horas y compararla con el valor TLV o PEL. También pueden utilizarse para medir la concentración durante 15 minutos y compararla con el valor TLV-STEL en caso de que el monitor recoja una cantidad suficiente de contaminante para realizar el análisis.

Los monitores pasivos no son recomendables en caso de que se quiera medir concentraciones en periodos inferiores a 15 minutos.

1.2. Tiempo de muestreo

Se recomienda realizar el muestreo de manera que coincida con todo el turno de trabajo, para determinar la exposición diaria del trabajador. En algunos casos puede ser más recomendable tomar la muestra durante un tiempo inferior al turno de trabajo, para asegurar que estamos dentro de los límites de capacidad del monitor. En estas situaciones, se pueden utilizar

diferentes monitores secuencialmente para evaluar la exposición durante todo el turno de trabajo. Para más información sobre tiempos de muestreo y capacidades ver la sección 4.

Para poder confirmar cuantitativamente la presencia de un contaminante, se requiere una cantidad mínima de éste de 10 microgramos, de modo que el análisis por cromatografía de gases se pueda realizar. Se recomiendan muestreos de al menos 15 minutos, aún cuando en un período menor fuese posible recoger más de 10 microgramos de contaminante.

1.3. Precisión

Los monitores pasivos 3M para vapores orgánicos constituyen un método sencillo para medir concentraciones de contaminantes pero, como cualquier otro método de muestreo, tienen algunas limitaciones. Se obtienen resultados precisos si el monitor se utiliza dentro del rango de operación. También el análisis en el laboratorio tiene una influencia notable en la precisión. Algunos de los errores más comunes son: saturación del material adsorbente, muestreo de contaminantes que no quedan retenidos y utilización, por parte del laboratorio, de coeficientes de adsorción erróneos. Es fundamental que el monitor se utilice en su rango de operación y que el laboratorio posea experiencia en el análisis de los monitores.

1.4. Estrategia de muestreo

El primer paso para establecer una estrategia de muestreo es la definición del propósito y objetivos. Algunos ejemplos de objetivos son los siguientes: evaluación de la exposición de los trabajadores, evaluación de la efectividad de medidas de control, estimación de la exposición de grupos de alto riesgo, etc. Una vez que se han definido el propósito y los objetivos, debe detallarse la estrategia de muestreo. El manual¹ de la *American Industrial Hygiene Association* (AIHA), establece el concepto de grupo de exposición homogéneo y define métodos para determinar dichos grupos. También el texto² "*Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*" contiene información sobre estrategias de muestreo y evaluación de la exposición.

1.5. Compuestos no compatibles

En algunos casos se da la circunstancia de que un compuesto no muestra afinidad o no interacciona adecuadamente con el material adsorbente del monitor. La lista que aparecen a continuación incluye compuestos para los que no se recomienda los monitores para vapores orgánicos:

Amoniaco	Metano, etano y propano
Monóxido de carbono	Metanol
Óxido de etileno ³	Cloruro de metilo
Formaldehído ⁴	Metil, dimetil, trimetil aminas
Sulfuro de hidrógeno	Sólidos orgánicos
Isocianatos	Dióxido de azufre

¹ Hawkens, N.C., Norwood, S.K. Rock, J.C. (1991): "A Strategy for Occupational Exposure Assessment", American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA.

² Harris, R.L., Cralley, L.J. Cralley, L.V.: "*Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*", Vol III, Part A, Wiley-Interscience Publication, 1994.

³ Para medir óxido de etileno puede utilizarse el monitor 3M 3551.

⁴ Para formaldehído puede utilizarse el monitor 3M 3721

Para aquellos compuestos que no aparezcan en esta lista o en la sección 4, recomendamos que consulte directamente con el Servicio Técnico de 3M España, S.A. (91.321.61.43).

SECCIÓN 2. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

2.1. Cálculo de la concentración de contaminante

Para calcular la concentración media ponderada en el tiempo será necesario conocer los siguientes parámetros:

- tiempo de muestreo en minutos,
- cantidad de contaminante en microgramos,
- coeficiente de desorción, y
- constante de cálculo, ya sea A o B, e
- influencia de la temperatura

La constante “A” se utiliza para calcular la concentración en mg/m³ y la constante “B” para expresar la concentración en partes por millón (ppm). Las constantes A y B han sido calculadas para diferentes contaminantes y aparecen en la sección 4.

$$A = 1000 / \text{velocidad de muestreo}$$

$$B = (1000 \times 24.45) / (\text{velocidad de muestreo} \times \text{peso molecular})$$

La temperatura del aire puede influenciar ligeramente la velocidad de difusión del aire y, por tanto, la velocidad de muestreo. Todas las fórmulas determinan la concentración ponderada en el tiempo para una temperatura de muestreo de 25°C y una presión de 760 mm. Las expresiones pueden multiplicarse por los factores de corrección por temperatura recogidos en la Tabla 1. Las diferencias de presión, por el contrario, no requieren ninguna corrección.

Tabla 1. Factores de Corrección por Temperatura

(°C)	(°F)	(CF _T)
44	111	0.97
37	99	0.98
31	88	0.99
25	77	1.00
19	66	1.01
13	55	1.02
7	45	1.03
2	36	1.04
-3	27	1.05
-8	18	1.06

2.2. Procedimiento para medidores 3M 3500

La concentración media ponderada en el tiempo de un contaminante, en miligramos por metro cúbico, puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{W \text{ (microgramos)}}{A}$$

r x t (minutos)

Del mismo modo, la concentración media ponderada en partes por millón (ppm) puede calcularse con la siguiente expresión:

$$C \text{ (ppm)} = \frac{W \text{ (microgramos)} \times B}{r \times t \text{ (minutos)}}$$

Si es necesario realizar una corrección por temperatura, la concentración media ponderada en el tiempo se calculará multiplicando por el factor CF_T .

Ejemplo:

Contaminante:	Benzeno
Tiempo de muestreo:	420 minutos
Temperatura:	75°F
Constante de cálculo:	A = 28.2 B = 8.82
Peso de contaminante:	27.2 microgramos
Coefficiente de desorción:	0.97

Usando la constante A (mg/m³):

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = (27.2 \text{ microgramos} \times 28.2) / (0.97 \times 420)$$

$$C = 1.88 \text{ mg/m}^3$$

Usando la constante B (ppm):

$$C \text{ (ppm)} = (27.2 \text{ microgramos} \times 8.82) / (0.97 \times 420 \text{ minutos})$$

$$C = 0.59 \text{ ppm}$$

2.3. Procedimiento para monitores 3M 3520

Una vez realizado el cálculo de la cantidad de contaminante adsorbida en cada una de las secciones, debemos evaluar la validez de la muestra. Para ello se calcula la relación entre el peso del contaminante recogido en la segunda sección (W_s) y el peso del contaminante en la primera sección (W_p). La muestra es válida si la relación cumple el siguiente criterio:

$$W_s / W_p \leq 0.50$$

Si la muestra es válida, entonces el cálculo se realiza de la manera siguiente:

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{(W_p + 2.2 W_s) \times A}{r \times t \text{ (minutos)}}$$

$$C \text{ (ppm)} = \frac{(W_p + 2.2 W_s) \times B}{r \times t \text{ (minutos)}}$$

SECCIÓN 3. COEFICIENTE DE DESORCIÓN

3.1. Cálculo del coeficiente de desorción

Es importante determinar el coeficiente de desorción, puesto que el laboratorio o los métodos analíticos utilizados pueden afectar dicho coeficiente.

El coeficiente se determina a través del análisis del contaminante adsorbido en el monitor, después de la inyección de una cantidad de líquido conocida. El proceso es el siguiente:

- 1) Levantar el anillo que sujeta la membrana de difusión y la propia membrana.
- 2) Colocar un filtro de 2.5 cm de diámetro sobre el monitor.
- 3) Colocar la cubierta del monitor con los dos orificios tapados para que quede sellado.
- 4) Calcular la cantidad de material a inyectar a partir de la fórmula siguiente:

$$W = (K_o) \times (C) \times (t) (10^{-6} \text{ m}^3/\text{cm}^3)$$

donde:

W = cantidad de líquido a inyectar en miligramos

Ko = velocidad de muestreo del monitor en cm^3/min .

C = concentración media en mg/m^3

t = tiempo de muestreo en minutos

Este cálculo equivale a la cantidad de vapor orgánico que sería recogido en un monitor. Variando las concentraciones y los tiempos de muestreo podemos obtener una curva de coeficientes de desorción.

Para compuestos que son sólidos a temperatura ambiente, deberá prepararse una solución en disulfuro de carbono de manera que una inyección de no más de 5 microlitros sea necesaria para determinar la cantidad del compuesto en miligramos.

Un posible punto de partida sería asumir una concentración media similar al límite de exposición permitido y un tiempo de muestreo de 8 horas, siempre y cuando la cantidad en miligramos no exceda la capacidad del monitor.

- 5) Colocar la cantidad conocida del material orgánico en el centro del papel de filtro a través del orificio central y con la ayuda de una jeringa.
- 6) Se deja el monitor por espacio de 16 a 24 horas. Ese tiempo será suficiente para que la fase vapor del material orgánico pase del papel de filtro al material adsorbente.
- 7) Retirar el papel de filtro del monitor
- 8) Realizar la desorción del contaminante y determinar cantidades por cromatografía de gases.

SECCIÓN 4. TABLAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS

La tabla recoge información sobre muestreo y análisis utilizando los monitores pasivos 3M para diferentes vapores orgánicos. La tabla recoge velocidades de muestreo, tiempos de muestreo recomendados para una gran variedad de compuestos, capacidades, coeficientes de desorción y constantes de cálculo.

4.1. Velocidades de toma de muestras

Las velocidades de toma de muestras están tabuladas en cm³/min. Para los compuestos marcados con asterisco (*), las velocidades han sido determinadas experimentalmente en el laboratorio. Para el resto de los compuestos, las velocidades han sido calculadas a partir de una serie de relaciones empíricas recogidas en una publicación relativa a *Validación de Velocidades de Toma de Muestras* que 3M tiene disponible para quien lo solicite. 3M puede suministrar también información sobre velocidades de muestreo de compuestos que no aparezcan en esta tabla.

La sección superior de los monitores 3M 3520 tiene las mismas dimensiones que el monitor 3M 3500, por lo tanto las velocidades de muestreo son las mismas.

4.2. Tiempo de muestreo

El tiempo de muestreo recomendado ha sido calculado utilizando la capacidad de los medidores 3500, a una humedad relativa inferior al 70% y utilizando los valores TLV de la ACGIH publicados en 1995/96. Se recomienda realizar mediciones durante todo el turno de trabajo puesto que de esta manera resulta más representativa de la exposición real del trabajador.

En caso de que se exceda la capacidad del monitor, será necesario un tiempo de muestreo inferior a todo el turno de trabajo. En estos caso puede realizarse un muestreo secuencial para determinar la exposición total. La exposición media ponderada en el tiempo si se realiza un muestreo secuencial, se calculará con la expresión siguiente:

$$\text{ppm} = \frac{C_1 \times T_1 + C_2 \times T_2 + \dots + C_n \times T_n}{T_1 + T_2 + \dots + T_n}$$

Para aquellos compuestos en los que el tiempo de muestreo recomendado es inferior a un turno de trabajo, el tiempo puede aumentarse utilizando un monitor 3M 3520.

4.3. Capacidad

La capacidad de los monitores para cada compuesto es función de la estructura molecular, de la presión de vapor del mismo, de las condiciones ambientales, etc. Los valores de capacidad recogidos en la Tabla 2 se han utilizado para calcular el tiempo de muestreo recomendado.

Debido a la presencia de una segunda sección de material adsorbente, el tiempo de muestreo para los monitores 3M 3520 es mayor que para los medidores 3M 3500. Para los compuestos indicados con la letra (c) recomendamos utilizar los monitores 3M 3520.

Cuando en el ambiente de muestreo existen mezclas de contaminantes, y además la humedad relativa es elevada, es difícil determinar la capacidad del monitor. Por eso, en estas circunstancias es recomendable la utilización de monitores 3M 3520.

Si se realizan muestreos de mezclas de contaminantes que aparecen en la Tabla 2, el peso combinado de los contaminantes recogidos no debe exceder el peso especificado para el contaminante con menor capacidad. El peso (Ws) recogido por la segunda sección del monitor, deberá compararse con el peso recogido en la primera sección (Wp) para determinar la validez de la muestra ($W_s / W_p \leq 0.5$)

4.4 Coeficiente de Desorción

La muestra se extrae del material adsorbente o carbón activo utilizando disulfuro de carbono u otro disolvente apropiado. Para poder calcular con precisión la cantidad de contaminante adsorbido, es necesario conocer la eficacia del proceso de desorción.

El coeficiente de desorción, o eficacia de desorción, se calcula añadiendo una cantidad conocida del contaminante en el material adsorbente y midiendo la cantidad de contaminante presente en el disolvente utilizado para la desorción. El coeficiente de desorción se calcula a partir del cociente entre la cantidad de contaminante extraída y la cantidad de contaminante conocida. En la sección 3 aparecen más detalles del cálculo de coeficientes de desorción.

Recomendamos que los coeficientes recogidos en la Tabla 2 se utilicen solamente como guía y que los laboratorios determinen sus propios coeficientes de desorción. En algunos casos puede ser necesaria la utilización de otro disolvente diferente al disulfuro de carbono, cuando con este no se obtengan coeficientes de desorción apropiados.

NOTA: algunos compuestos, como por ejemplo: acetona, metil etil cetona, vinil acetato, etc., pueden presentar unos coeficientes de desorción bajos cuando la humedad relativa es alta. Se recomienda refrigerar para asegurar resultados precisos.

Tabla 2

	Velocidad muestreo (cm ³ /min)	Tiempo muestreo (h)	Capaci- dad (mg)	Coef. desorció n	A (mg/m 3)	B (ppm)
Acetato de n-amilo (*)	26.0	8.0	>25	0.98	38.5	7.22
Acetato de butil Cellosolve (*)	24.3		>25	0.90	41.2	6.28
Acetato de n-butilo	31.6	8.0	>25	1.07	31.6	6.66
Acetato de s-butilo (*)	28.6	8.0	>25	0.98	35.0	7.36
Acetato de t-butilo	29.4	8.0	23	0.98	34.0	7.16
Acetato de Cellosolve (acetato de 2-etoxietileno) (*)	26.6	8.0	>25	0.73	37.6	6.96
Acetato de etilo (*)	34.5	6.0	20	0.99	29.0	8.04
Acetato de isoamilo	27.2	8.0	>25	0.97	36.8	6.90
Acetato de isobutilo (*)	31.0	8.0	25	1.02	32.3	6.79
Acetato de isopropilo	31.7	7.0	15	0.96	31.5	7.55
Acetato de metil Cellosolve (acetato de etilen glicol metil éter) (*)	29.0	8.0	>25	0.65	34.5	7.14
Acetato de metilo (*)	37.0	2.0	3	0.92	27.0	8.92
(*) Las velocidades se han determinado experimentalmente en el laboratorio						
(c) Se recomienda monitor 3M 3520			(g) Acetonitrilo			
(d) Cloruro de metileno			(h) Tolueno			
(e) Dimetilformamida al 50% en			(i) Refrigerar			

disulfuro de carbono
(f) Isopropanol

	Velocidad muestreo (cm ³ /min)	Tiempo muestreo (h)	Capaci- dad (mg)	Coef. desorció n	A (mg/m 3)	B (ppm)
Acetato de n-propilo (*)	30.1	8.0	25	1.00	33.2	7.95
Acetato de propilen glicol monometil eter (PGMEA) (*)	25.2		>25	1.01	39.7	7.34
Acetato de vinilo	35.8	8.0	9	0.98 (i)	27.9	7.93
Acetona (*) (c)	40.1	2.0	7	0.91 (i)	24.9	10.50
Acetonitrilo (c)	48.2	2.0	0.5	1.02 (e)	20.7	12.36
Acrilato de etilo	32.2	8.0	>25	0.93	31.1	7.58
Acrilato de metilo	35.8	8.0	11	0.87	27.9	7.93
Acrilato de butilo	27.3	8.0	>25	1.06	36.6	6.99
Acrlonitrilo	43.8	8.0	1.4	1.04 (e)	22.8	10.52
Alcohol alílico	40.4	8.0	5	0.74 (d)	24.8	10.42
Alcohol n-amílico (1-pentanol) (*)	31.2		24	0.96 (d)	32.1	8.89
Alcohol s-amílico	31.2		>25	0.98 (d)	32.1	8.89
Alcohol n-butílico (*)	34.3	8.0	21	0.95 (d)	29.2	9.62
Alcohol s-butílico	34.8	8.0	19	0.89 (d)	28.7	9.48
Alcohol t-butílico	35.2	8.0	15	0.74	28.4	9.37
Alcohol de diacetona (*)	28.2	8.0	>25	0.94 (d)	35.5	7.46
Alcohol etílico (*) (c)	43.7	1.0	3.5	0.98 (g)	22.9	12.14
Alcohol furfurílico	30.6	8.0	>25	0.71 (d)	32.7	8.14
Alcohol isoamílico (*)	32.3	8.0	22	0.95 (d)	31.0	8.59
Alcohol isobutílico (*)	35.9	8.0	19	0.93 (d)	27.9	9.19
Alcohol isooctílico	25.1	8.0	23	0.80	39.8	7.48
Alcohol isopropílico (*) (c)	39.4	(m)	(m)	0.96 (g)	25.4	10.33
Alcohol n-propílico (*)	39.7	6.0	8	0.85 (d)	25.2	10.25
Benceno (*)	35.5	8.0	22	0.97	28.2	8.82
1-Bromopropano	31.7	(m)	(m)	1.02	31.5	6.27
Bromoformo	29.3	8.0	>25	1.02	34.1	3.30
Bromuro de etilo (*)	36.4	8.0	6	0.94	27.5	6.18
Bromuro de metilo (c)	40.9				24.4	6.30
Bromuro de vinilo	37.0				27.0	6.18
1,3-Butadieno (*) (c)	42.8	(m)	(m)	0.75(d)	23.4	10.56
Butil Cellosolve (2-butoxietanol) (*)	28.2	8.0	>25	0.91 (d)	35.5	7.34
Butil glicidil éter (BGE)	27.0	8.0	25	0.93	37.0	6.96
p-ter-Butil tolueno (*)	20.7	8.0	25	1.07	48.3	7.97
Camfor	21.4	8.0	>25	0.92	46.7	7.50
Cellosolve (2-etoxietanol) (*)	32.4	8.0	>25	0.84 (d)	30.9	8.37
Ciclohexano (*)	32.4	6.0	13	1.02	30.9	8.97
Ciclohexanol (*)	29.5	8.0	22	1.02 (d)	33.9	8.27
Ciclohexanona (*)	28.9	8.0	22	0.85	34.6	8.62
Ciclohexeno (*)	32.3	8.0	21	0.99	31.0	9.21
Ciclopentadieno	39.5				25.3	9.36
Ciclopentano (c)	36.2	1.0	5	1.02	27.6	9.63
Clorobenceno (*)	29.3	8.0	>25	0.96	34.1	7.41
Clorobromometano (*)	34.4	8.0	18	0.90	29.1	5.49
o-Cloroestireno	26.0	8.0	> 25	0.78	38.5	6.78
Cloroformo	33.5	8.0	21	0.95	29.9	6.11
1-Cloro-1-nitro propano						
2-Cloro-1,1,1,2-tetraflouroetano (HCFC 124) (*)	35.8		5	0.87 (f)	27.9	5.00
Cloropreno (2-cloro-1,3-butadieno)	32.2				31.1	8.58
o-Clorotolueno	27.3	8.0	>25	0.92	36.6	7.07
Cloruro de alilo	35.1	8.0	3	0.86	28.5	9.10

(*) Las velocidades se han determinado experimentalmente en el laboratorio

(c) Se recomienda monitor 3M 3520

(d) Cloruro de metileno

(e) Dimetilformamida al 50% en
disulfuro de carbono

(f) Isopropanol

(g) Acetonitrilo

(h) Tolueno

(i) Refrigerar

	Velocidad muestreo (cm ³ /min)	Tiempo muestreo (h)	Capaci- dad (mg)	Coef. Desorció n	A (mg/m 3)	B (ppm)
Cloruro de bencilo	27.2	8.0	>25	0.89	36.8	7.10
Cloruro de metileno (diclorometano) (*) (c)	37.9	(m)	(m)	0.87	26.4	7.60
Cloruro de vinilo (c) (*)	40.8				24.5	9.59
Cloruro de vinilideno	35.1	8.0	4	1.00	28.5	7.19
Cumeno (*)	24.5	8.0	>25	1.01	40.8	8.30
n-Decano (*)	23.1		>25	1.05	43.3	7.44
Dibromuro de etileno (1,2-dibromoetano) (*)	29.6		21	0.93	33.8	4.40
Diciclopentadieno	23.6	8.0	>25	0.96	42.4	7.84
o-Diclorobenceno (*)	27.8	8.0	>25	0.87	36.0	5.98
p-Diclorobenceno (*)	27.8	8.0	>25	0.74	36.0	5.98
1,1-Dicloroetano	33.2	8.0	13	0.92	30.1	7.44
Dicloroetil éter	26.1	8.0	>25	0.95	38.3	6.55
1,2-Dicloroetileno (*)	35.2	6.0	10	0.96	28.4	7.17
1,1-Dicloro-1-nitroetano	28.5				35.1	5.96
1,1-Dicloro-2,2,2-trifluoroetano (HCFC 123) (*)	30.9				32.4	5.17
Dicloruro de etileno (1,2-dicloroetano) (*)	33.2	8.0	16	0.98	30.1	7.44
Dicloruro de propileno (1,2-dicloropropano) (*)	30.6	8.0	20	1.02	32.7	7.07
Dietil cetona	32.7	8.0	24	0.98	30.6	8.68
Diisobutil cetona (DIBK) (*)	24.6	8.0	>25	1.03	40.7	6.99
Dimetil acetamida	32.0	8.0	>25	0.84 (d)	31.3	8.77
Dimetil formamida (DMF)	35.5	8.0	>25	0.65 (d)	28.2	9.42
p-Dioxano	34.5	8.0	21	0.91	29.0	8.04
Dipropil cetona (4-heptanona)	27.8	8.0	25	0.66	36.0	7.70
Dipropilén glicol metil éter	25.3	8.0	23	0.82	39.5	6.52
Disolvente de Stoddard	24.3	8.0	21	0.98	41.2	6.99
Disulfuro de carbono (c)	42.8	8.0	2.7	0.76 (h)	23.4	7.50
Divinil benceno	23.3	8.0	20	0.47	42.9	8.06
n-Dodecano (*)	21.5		>25	1.09	46.5	6.68
Enflurano (2-cloro-1,1,2-trifluoroetil Difluorometil éter)	28.3	8.0	8	0.88	35.3	4.68
Epiclorhidrina	29.6	8.0	20	0.85	33.8	8.93
Estireno	28.9	8.0	>25	0.88	34.6	8.12
Etilbenceno	27.3	8.0	24	0.96	36.6	8.44
Etil butil cetona (3-heptanona)	28.0	8.0	>25	0.68	35.7	7.65
Etil éter (c)	36.8	4.0	12	0.96	27.2	8.96
Etilen clorhidrina (2-cloroetanol)	33.9	8.0	11	0.82 (d)	29.5	8.96
1-Etoxinafluorobutano(HFE 7200)	24.1		>25	0.82 (k)	41.5	3.84
Fenil éter	20.3	8.0	>25	0.90	49.3	7.08
Fenil glicidil éter	22.2	8.0	19	0.73	45.0	7.33
Formiato de etilo	38.8	8.0	8	0.65	25.8	8.51
Formiato de metilo	45.0	1.0	0.5	0.76 (d)	22.2	9.05
Furfural	34.3	8.0	>25	0.62 (d)	29.2	7.42
Gasolina (*)	30.5	8.0	>25	0.94	32.8	7.49
Glicidol (2,3-epoxi-1-propanol)	37.1				27.0	8.90
Halotano (2-bromo-2-cloro 1,1,1-trifluór-etano)	30.2	8.0	10	1.07	33.1	4.10
(*) Las velocidades se han determinado experimentalmente en el laboratorio						
(c) Se recomienda monitor 3M 3520			(g) Acetonitrilo			

(d) Cloruro de metileno
(e) Dimetilformamida al 50% en
disulfuro de carbono
(f) Isopropanol

(h) Tolueno
(i) Refrigerar

	Velocidad muestreo (cm ³ /min)	Tiempo muestreo (h)	Capaci- dad (mg)	Coef. desorció n	A (mg/m 3)	B (ppm)
n-Heptano (*)	28.9	8.0	>25	1.04	34.6	8.44
Hexaclorobutadieno	22.9				43.7	4.09
Hexaclorociclopentadieno	22.1				45.2	4.06
Hexaclaroetano	26.7	8.0	25	0.95	37.5	3.87
n-Hexano (*)	32.0	8.0	24	1.07	31.3	8.87
Hexano (isómeros) (*)	32.0	7.0	24	1.03	31.3	8.87
Ioduro de metilo	36.7				27.2	4.69
Isoflurano (Forane)	28.3		7	0.88	35.3	4.68
Isoforona (*)	21.7	8.0	>25	0.75	46.1	8.15
Isopar G	24.4		>25	0.98	41.0	7.42
Isopropil éter	31.2	8.0	21	1.03	32.1	7.67
Isopropil glicidil éter	29.1	8.0	23	0.97	34.4	7.23
Isopropoxietanol	29.5	8.0	23	0.92	33.9	7.96
Mesitileno (trimetil benzeno) (*)	26.3	8.0	>25	1.05	38.0	7.73
Metacrilato de metilo	31.8	8.0	>25	0.98	31.4	7.68
Metilal(dimetilacetalformaldehído(c)	37.9	1.0	10	0.97	26.4	8.48
Metil n-amil cetona (2-heptanona)	27.9	8.0	24	0.98	35.8	7.67
Metil n-butilcetona (2-hexanona) (*)	29.7	8.0	24	1.00	33.7	8.22
MetilCellosolve (2-metoxietanol) (*)	36.3	8.0	>25	0.78 (d)	27.5	8.85
Metil ciclohexano (*)	28.9	7.0	20	1.03	34.6	8.62
Metil ciclohexanol	25.3	8.0	>25	0.83	39.5	8.46
Metil etil cetona (MEK) (*)	36.3	8.0	18	0.91 (i)	27.5	9.34
alfa-Metil estireno (*)	25.0	8.0	25	1.02	40.0	8.28
5-Metil-3-heptanona (etilamilcetona)	26.4	8.0	24	0.83	37.9	7.22
Metil isoamil cetona	28.0	8.0	>25	1.01	35.7	7.65
Metil isobutil carbinol (metil amil alcohol)	29.2	8.0	21	0.81	34.2	8.19
Metil isobutil cetona (MIBK) (*)	30.0	8.0	>25	0.99	33.3	8.14
Metil isopropil cetona	32.8	8.0	24	0.91	30.5	8.65
1-Metil-2-pirrolidinona	28.8			0.81 (d)	34.7	8.56
Metil propil cetona (*)	33.0	8.0	24	0.93	30.3	8.60
Metil terbutil eter (MTBE) (*)	30.8	8.0	17	0.98	30.4	8.43
1-Metoxinonafluorobutano (HFE-7100)	25.3		18	0.85(k)	39.5	3.87
Nafta (VM&P) (*)	33.2	8.0	24	0.92	30.1	7.36
Naftaleno	24.6	8.0	>25	0.42	40.7	7.75
Nitrato de n-propilo	33.3	8.0	25	1.02	30.0	6.99
n-Nonano (*)	24.6	8.0	>25	1.09	40.7	7.75
n-Octano (*)	26.6	8.0	25	1.05	37.6	8.05
Oxido de mesitilo (*)	31.2	8.0	>25	0.89	32.1	7.98
Oxido de propileno (*) (c)	37.7	8.0	2	0.97	26.5	11.17
2,4-Pentadiona	31.7		>25	0.81	31.5	7.70
n-Pentano (*) (c)	35.3	3.0	12	0.98	28.3	9.60
2-Pentanona (metil propil cetona)(*)	33.0	8.0	24	0.93	30.3	8.60
Percloroetileno(tetracloroetileno) (*)	28.3	8.0	>25	1.03	35.3	5.21
Propilen glicol monometil éter (PGME) (*)	32.4	8.0	>25	0.86 (d)	30.9	8.37
Resorcinol	25.8				38.8	8.61
<i>(*) Las velocidades se han determinado experimentalmente en el laboratorio</i>						
<i>(c) Se recomienda monitor 3M 3520</i>		<i>(g) Acetonitrilo</i>				
<i>(d) Cloruro de metileno</i>		<i>(h) Tolueno</i>				
<i>(e) Dimetilformamida al 50% en disulfuro de carbono</i>		<i>(i) Refrigerar</i>				

(f) Isopropanol

	Velocidad muestreo (cm ³ /min)	Tiempo muestreo (h)	Capaci- dad (mg)	Coef. Desorción	A (mg/m ³)	B (ppm)
Tetrabromuro de carbono	26.6	8.0	>5	0.99 (h)	37.6	2.77
1,1,1,2-Tetracloro-2,2-difluoroetano (c)	27.5				36.4	4.36
1,1,2,2-Tetracloro-1,2-difluoroetano (c)	28.2				35.5	4.25
1,1,2,2-Tetracloroetano	28.4	8.0	>25	0.92	35.2	5.13
Tetracloruro de carbono (*)	30.2	8.0	>25	0.95	33.1	5.26
1,1,1,2-Tetrafluoroetano (HFC134a) (*)	37.1		2	0.61 (f)	27.0	6.46
Tetrahidrofurano	37.2	8.0	15	1.01	26.9	9.11
Tolueno (*)	31.4	8.0	>25	1.00	31.8	8.45
1,1,1-Tricloroetano (metilcloroformo) (*)	30.9	(m)	>25	1.00	32.4	5.93
1,1,2-Tricloroetano (*)	29.7	8.0	>25	0.95	33.7	6.17
Tricloroetileno (*)	31.1	8.0	>25	1.01	32.2	5.98
1,2,3-Tricloropropano	27.4	8.0	>25	0.99	36.5	6.05
1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluoroetano	29.1	1.0	11	0.92	34.4	4.48
4-Vinil-1-ciclohexeno (*)	27.9	8.0	>25	1.01	35.8	8.10
Viniltolueno	25.1	8.0	>25	0.86	39.8	8.24
Xileno (*)	27.3	8.0	>25	0.97	36.6	8.44
<i>(*) Las velocidades se han determinado experimentalmente en el laboratorio</i>						
<i>(c) Se recomienda monitor 3M 3520</i>		<i>(g) Acetonitrilo</i>				
<i>(d) Cloruro de metileno</i>		<i>(h) Tolueno</i>				
<i>(e) Dimetilformamida al 50% en disulfuro de carbono</i>		<i>(i) Refrigerar</i>				
<i>(f) Isopropanol</i>						

Para más información contacte con:
3M España, S.A.
Dpto. Productos Protección Personal
Juan Ignacio Luca de Tena, 19-25
28027 Madrid
Tel: 913 216 281
Fax: 900 125 127
e-mail: ohes.es@mmm.com
<http://www.3m.com/es/seguridad>