



## Guía de selección de columnas Agilent J&W para GC

**Confíe en una reproducibilidad,  
eficiencia e inercia sin igual.**

**Ahorre tiempo en la selección  
de columnas.**

Our measure is your success.



**Agilent Technologies**

## Tabla de Contenidos

	<b>Antecedentes de las columnas perfeccionadas Agilent J&amp;W para cromatografía de gases .....1</b>
	<b>Introducción a la cromatografía de gases básica.....2</b>
	¿Qué es la cromatografía de gases?.....2
	Funcionamiento interno de una columna capilar .....4
	Términos.....5
	<b>Principios de selección de columnas .....11</b>
	Selección de fases estacionarias .....12
	Diámetro de la columna.....20
	Longitud de la columna.....22
	Espesor de la película de la columna .....24
	Guías de métodos .....27
	<b>Aplicaciones para cromatografía de gases .....39</b>
	Aplicaciones medioambientales.....40
	Aplicaciones para el procesamiento de hidrocarburos.....58
	Aplicaciones para alimentos, aromas y fragancias.....61
	Aplicaciones para productos químicos industriales .....67
	Aplicaciones para biociencia.....71
	<b>Columnas capilares para cromatografía de gases .....75</b>
	Columnas capilares para GC Ultra Inertes.....76
	Columnas GC capilares de alta eficiencia.....78
	Columnas para cromatografía de gases y espectrometría de masas de bajo sangrado .....80
	Columnas de polisiloxano Premium .....89
	Columnas de polietilenglicol (PEG).....107
	Columnas especializadas .....115
	Columnas PLOT .....128
	<b>Instalación y solución de problemas.....137</b>
	Guía de referencia rápida para la instalación de columnas capilares.....138
	Causas de la reducción del rendimiento de la columna.....141
	Evaluación del problema.....148
	Guías de solución de problemas.....150
	<b>Principios básicos del desarrollo de métodos para cromatografía de gases .....153</b>
	Determinación de la velocidad lineal media óptima del gas portador .....154
	Configuración predeterminada del inyector .....155
	Temperatura del horno.....155
	Desarrollo de un programa de temperatura.....157

## Antecedentes de las columnas perfeccionadas Agilent J&W para cromatografía de gases

En el año 2000 Agilent Technologies, la compañía que diseñó el tubo de sílice fundida para cromatografía de gases, se fusionó con J&W Scientific, creadora de la primera fase estacionaria de polímeros de siloxano entrecruzados para cromatografía de gases.

En la actualidad, gracias a esta asociación, las conocidas familias de columnas HP y DB tienen un único nombre. Agilent Technologies, compañía con más de 40 años de experiencia en el campo de la cromatografía de gases, pone todo esto a su disposición.

## Introducción a la nueva gama de columnas para GC Agilent J&W

### Columnas capilares para GC Agilent J&W Ultra Inert

Las columnas para GC Agilent J&W Ultra Inert permiten realizar análisis de nivel de trazas, incluidos los análisis de ácidos, bases u otros compuestos activos con la máxima fiabilidad. Una vez más, Agilent ha establecido un nuevo estándar para probar la inercia de las columnas mediante un conjunto de pruebas con sonda ultrainerte para satisfacer las más estrictas exigencias de sangrado, sensibilidad y eficiencia. Las columnas para GC Agilent J&W Ultra Inert son las únicas columnas para cromatografía de gases con un nivel de inercia consistente y un sangrado de columna excepcionalmente bajo para maximizar la sensibilidad, mejorar la forma de los picos y obtener unos resultados más fiables. Tiene la garantía de que estas columnas cumplen los requisitos más estrictos para las complejas aplicaciones actuales.

### Columnas capilares para cromatografía de gases de alta eficiencia Agilent J&W

Las columnas capilares para cromatografía de gases de alta eficiencia Agilent J&W son ideales para agilizar los procesos cromatográficos en los que la velocidad es el atributo más importante de las columnas a la vez que mantiene la resolución. Estas columnas son aptas para las aplicaciones que requieren un tiempo de análisis reducido, como la identificación sistemática de alto rendimiento, el control de los procesos y los análisis de control de calidad rápidos y el desarrollo de métodos dinámico. Las columnas capilares para cromatografía de gases de alta eficiencia Agilent J&W son adecuadas para una amplia variedad de matrices de muestra (por ejemplo, medioambientales, petroquímicas, aromas y fragancias, toxicología clínica o farmacéuticas).

### Las mejores columnas de bajo sangrado y las más inertes para una sensibilidad y un rendimiento máximos.

El sangrado de columna puede reducir la integridad espectral, el funcionamiento continuado y la vida útil de las columnas. La actividad de la columna contribuye a la formación de colas en los picos, a la pérdida de compuestos y a la degradación de los compuestos activos (por ejemplo, ácidos y bases), lo que tiene como resultado una cuantificación inexacta. Las columnas Agilent J&W incluyen la más amplia variedad de fases estacionarias estándar, ultrainertes para cromatografía de gases y espectrometría de masas con el objetivo de ofrecer un nivel de inercia coherente y un sangrado de columna excepcionalmente bajo para garantizar así la identificación y cuantificación exactas de los picos.

### Mayor precisión para la obtención de mejores resultados.

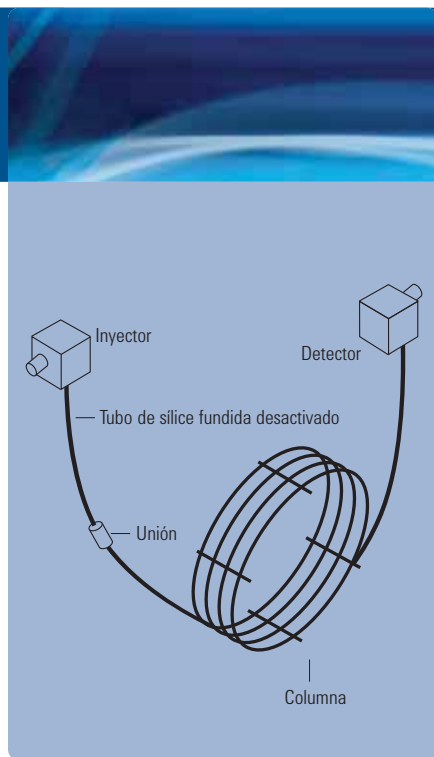
Las columnas Agilent J&W cumplen una serie de especificaciones estrictas para el factor de retención ( $k$ ), lo que facilita una retención y separación coherentes. Además, tienen unos índices de retención limitados y un número elevado de platos teóricos por metro, lo que garantiza unos picos estrechos y aumenta la resolución de los picos de elución próximos.

### Las especificaciones de control de calidad más estrictas del sector.

Las pruebas exhaustivas de Agilent garantizan unos resultados cualitativos y cuantitativos fiables incluso para los compuestos más complejos. Por ejemplo, realizamos mediciones de las relaciones de altura de los picos para los ácidos y las bases para garantizar el máximo rendimiento para una amplia variedad de compuestos. Además, controlamos la simetría de los picos y la formación de colas para una amplia variedad de compuestos químicamente activos.

Para obtener información acerca de las recomendaciones, los cromatogramas y los parámetros de los métodos para las columnas, visite [www.agilent.com/chem/myGCColumns](http://www.agilent.com/chem/myGCColumns).

Como principal fabricante de columnas capilares para cromatografía de gases, Agilent tiene la posibilidad de ofrecer un servicio de atención y soporte técnico de máxima calidad.



## Introducción a la cromatografía de gases básica

### ¿Qué es la cromatografía de gases?

La cromatografía es la separación de una mezcla de compuestos (solutos) en componentes individuales para facilitar la identificación (determinación cualitativa) y la medición (determinación cuantitativa) de cada componente.

La cromatografía de gases (GC) es una de las técnicas cromatográficas disponibles y resulta adecuada para analizar entre el 10 y el 20% de los compuestos conocidos. Para poder analizar un compuesto mediante cromatografía de gases, debe tener un nivel suficiente de volatilidad y estabilidad térmica. Si parte o la totalidad de las moléculas de un compuesto se encuentran en la fase gaseosa o de vapor a 400 - 450 °C o una temperatura inferior y no se descomponen a estas temperaturas, es probable que el compuesto se pueda analizar mediante cromatografía de gases.

### Mecánica y procedimientos generales de la cromatografía de gases

El primer paso del proceso de cromatografía de gases es suministrar uno o varios gases de alta pureza en el cromatógrafo de gases. Uno de los gases (llamado gas portador) fluye hacia el interior del inyector, pasa por la columna y se introduce en el detector. A continuación, se introduce una muestra en el inyector, la cual se calienta normalmente hasta 150 - 250 °C, lo que tiene como resultado la vaporización de los solutos volátiles de la muestra. Estos solutos vaporizados se introducen posteriormente en la columna mediante el gas portador y la columna se mantiene en un horno con control de temperatura.

Los solutos pasan por la columna a velocidades variables, lo cual está determinado principalmente por sus propiedades físicas y por la temperatura y composición de la columna. El soluto más rápido sale (se eluye) de la columna en primer lugar, seguido de los solutos restantes en el orden correspondiente. A medida que se eluye cada soluto, se introduce en el detector calentado, donde se genera una señal electrónica basada en la interacción del soluto con el detector. El tamaño de la señal se registra en un sistema de datos (por ejemplo, el software ChemStation de Agilent) y se representa gráficamente según el tiempo transcurrido para generar un cromatograma.

### Interpretación del cromatograma

El tamaño de los picos se corresponde con la cantidad de compuesto de la muestra. Si aumenta la concentración del compuesto, se obtiene un pico de mayor tamaño. El tiempo de retención es el tiempo que tarda el compuesto en atravesar la columna. Si las condiciones de la columna y todas las condiciones de funcionamiento son constantes, un compuesto determinado siempre tendrá el mismo tiempo de retención.

El tamaño de los picos y el tiempo de retención se usan para establecer la determinación cuantitativa y cualitativa de un compuesto respectivamente. No obstante, es importante tener en cuenta que la identidad de un compuesto no se puede determinar únicamente por su tiempo de retención. En primer lugar, es necesario analizar una cantidad conocida de una muestra auténtica pura del compuesto para determinar el tiempo de retención y el tamaño de los picos. A continuación, este valor se puede comparar con los resultados de una muestra desconocida para determinar si está presente el compuesto de interés (mediante la comparación de los tiempos de retención) y en qué cantidad (mediante la comparación del tamaño de los picos).

El cromatograma ideal tiene picos con muy poca separación que no se solapan (coelución). Esto es muy importante por dos motivos. En primer lugar, la coelución no permite medir los picos con exactitud. En segundo lugar, si dos picos tienen el mismo tiempo de retención, ninguno de ellos se puede identificar exactamente.





## Funcionamiento interno de una columna capilar

La columna para cromatografía de gases consta de dos partes principales: el tubo y la fase estacionaria. Una fina película (de 0,1 a 10,0  $\mu\text{m}$ ) de un polímero térmicamente estable de alto peso molecular recubre la pared interna del tubo de pequeño diámetro (de 0,05 a 0,53 mm de diámetro interno). Este recubrimiento polimérico se llama fase estacionaria. El gas que fluye por el tubo se llama gas portador o fase móvil.

Tras su introducción en la columna, las moléculas de los solutos se distribuyen entre las fases estacionaria y móvil. Las moléculas de la fase móvil descienden por la columna y las moléculas de la fase estacionaria permanecen inmóviles temporalmente. Dado que algunas de las moléculas de la fase móvil se desplazan por la columna, pueden chocar con la fase estacionaria e introducirse en esta. Al mismo tiempo, algunas de las moléculas de los solutos pueden salir de la fase estacionaria e introducirse en la fase móvil. Esto ocurre miles de veces para cada molécula de soluto a medida que pasa por la columna.

Todas las moléculas correspondientes a un compuesto específico se desplazan por la columna prácticamente a la misma velocidad y se muestran como una banda de moléculas (llamada banda de muestra). La velocidad a la que se desplaza cada banda de muestra por la columna depende de la estructura del compuesto, la estructura química de la fase estacionaria y la temperatura de la columna. La anchura de la banda de muestra depende las condiciones de funcionamiento y las dimensiones de la columna.

Para evitar la coelución de los picos, es fundamental que no haya solapamientos entre las bandas de muestras adyacentes al salir de la columna. Para ello, es necesario seleccionar columnas y condiciones de funcionamiento que minimicen la anchura de la banda de las muestras para garantizar que la banda de cada muestra se desplace a una velocidad diferente.

## Términos

¿Por qué nos interesa la aritmética básica? Hay una serie de términos usados comúnmente para describir varias características, comportamientos y condiciones de los métodos cromatográficos y las columnas. Comprender el significado de estos términos es de utilidad para comparar el rendimiento y la calidad de las columnas, solucionar problemas e interpretar los resultados.

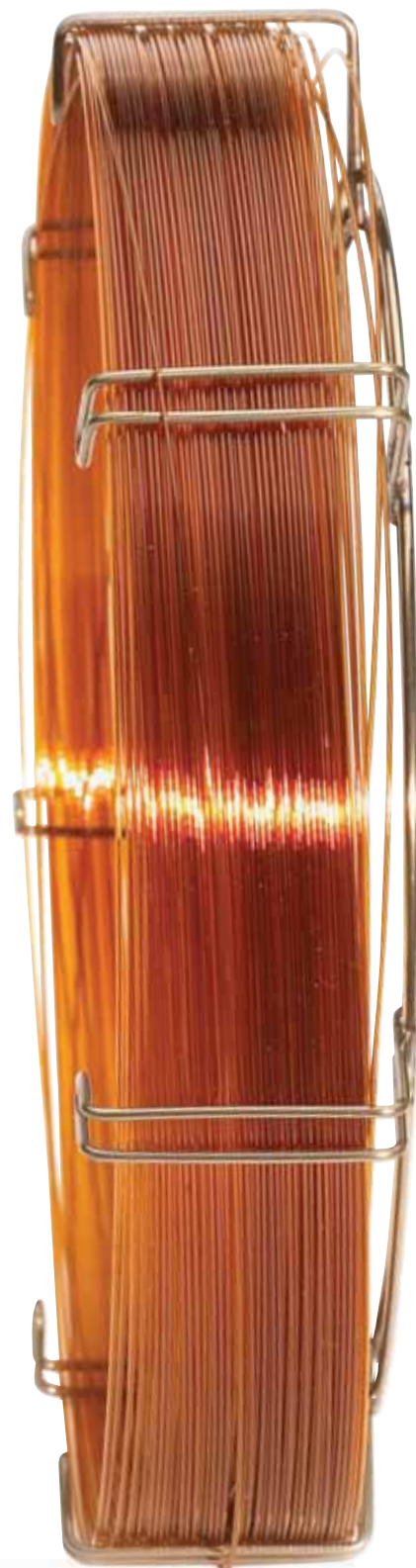
### Tiempo de retención ( $t_r$ )

El tiempo de retención es el tiempo que tarda el soluto en atravesar la columna. El tiempo de retención se asigna al pico de soluto correspondiente y es una medición de la cantidad de tiempo que permanece el soluto en la columna. Es la suma del tiempo que permanecen todas las moléculas dentro de la fase estacionaria y la fase móvil.

El nuevo cromatógrafo de gases Agilent 7890A incluye una serie de capacidades de separación y características de productividad nuevas e importantes para la destacada plataforma de cromatografía de gases de Agilent. Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/7890A](http://www.agilent.com/chem/7890A).



Agilent Technologies  
7890A GC System



### Tiempo de retención de un compuesto no retenido ( $t_M$ )

Conocido también como tiempo de detención,  $t_M$  o  $t_0$  es el tiempo que tarda un compuesto no retenido en pasar por la columna. Las moléculas de los solutos no retenidos no pasan por la fase estacionaria, sino que descienden por la columna a la misma velocidad que el gas portador. Esto equivale al tiempo que el compuesto permanece en la fase móvil. El proceso es el mismo para todos los compuestos de un único análisis cromatográfico. El tiempo del pico no retenido se obtiene mediante la inyección de un compuesto no retenido y la determinación del tiempo transcurrido entre la inyección y la elución en el detector.

### Factor de retención ( $k$ )

El factor de retención es otra medición de la retención. Es la relación de la cantidad de tiempo que un soluto permanece en la fase estacionaria y la fase móvil (gas portador). Se calcula mediante **la ecuación 1**. El factor de retención se llama también relación de reparto o factor de capacidad. Dado que todos los solutos permanecen la misma cantidad de tiempo en la fase móvil, el factor de retención es una medición de la retención en la fase estacionaria. Por ejemplo, un soluto con un valor  $k$  de 6 se retiene el doble en la fase estacionaria (no en la columna) en comparación con un soluto con un valor  $k$  de 3. El factor de retención no proporciona información sobre la retención absoluta, sino información sobre la retención relativa. Un compuesto no retenido equivale a  $k = 0$ .

$$k = \frac{t_R - t_M}{t_M} = \frac{t'_R}{t_M}$$

Ecuación 1

### Índice de retención ( $I$ )

El índice de retención es la medición de la retención de un soluto en relación con la retención de los alcanos normales (hidrocarburos de cadena lineal) a una temperatura determinada. La **ecuación 2a** se usa para calcular los índices de retención para las condiciones de temperatura isotérmica. Para las condiciones de los programas de temperatura, se puede usar **la ecuación 2b**.

El índice de retención para un alcano normal es el número de carbonos multiplicado por 100. Por ejemplo, n-dodecano ( $n-C_{12}H_{26}$ ) se corresponde con  $I = 1.200$ . Si un soluto equivale a  $I = 1.478$ , se eluye después de  $n-C_{14}$  y antes de  $n-C_{15}$ , y está más próximo a  $n-C_{15}$ . Los índices de retención normalizan las variables del instrumento para poder comparar los datos de retención en distintos sistemas de cromatografía de gases. Además, los índices de retención son útiles para comparar las características de retención de distintas columnas.



$$I = 100^y + 100^{(z-y)} \frac{\log t'_{R(x)} - \log t'_{R(y)}}{\log t'_{R(z)} - \log t'_{R(y)}}$$

Ecuación 2a

 $t_R$  = tiempo de retención

x = soluto de interés

y = alcano normal con número y de átomos de carbono de elución anterior al soluto x

z = alcano normal con número z de átomos de carbono de elución posterior al soluto x

z - y = diferencia en el número de átomos de carbono entre los dos alcanos normales

$$I_T = 100 \left( \frac{t_{R(x)} - t_{R(y)}}{t_{R(z)} - t_{R(y)}} \right) + y$$

Ecuación 2b

### Factor de separación ( $\alpha$ )

El factor de separación es la medición del tiempo o la distancia entre los valores máximos de dos picos. Se calcula mediante **la ecuación 3**. Si  $\alpha = 1$ , los dos picos tienen el mismo tiempo de retención y la misma coelución.

$$\alpha = \frac{k_2}{k_1} \quad \begin{array}{l} k_1 = \text{factor de retención del primer pico} \\ k_2 = \text{factor de retención del segundo pico} \end{array}$$


Ecuación 3

### Número de platos teóricos (N)

El número de platos teóricos, llamado también eficiencia de la columna, es un concepto matemático y se puede calcular mediante **la ecuación 4**. La columna capilar no contiene ningún elemento similar a los platos de destilación físicos ni ninguna característica parecida. El número de platos teóricos es una medición indirecta de la anchura de un pico en un tiempo de retención específico.

$$N = 5.545 \left( \frac{t_R}{w_h} \right)^2 \quad \begin{array}{l} N = \text{número de platos teóricos} \\ t_R = \text{tiempo de retención} \\ w_h = \text{anchura de pico a media altura (en unidades de tiempo)} \end{array}$$

Ecuación 4



Las columnas con un elevado número de platos se consideran más eficientes (es decir, tienen una eficiencia de columna superior) en comparación con las columnas con un número de platos inferior. Una columna con un número elevado de platos teóricos presenta un pico más estrecho en un tiempo de retención determinado en comparación con un número N inferior.

Una eficiencia de la columna alta es útil, ya que se requiere menos separación entre los picos (lo que implica valores alfa,  $\alpha$  inferiores) para resolver por completo los picos estrechos. En las fases estacionarias en las que los valores alfa ( $\alpha$ ) son bajos, se requiere el uso de columnas más eficientes. La eficiencia de la columna es una función de las dimensiones de la columna (diámetro, longitud y espesor de película), el tipo de gas portador y su velocidad de flujo o velocidad lineal media, y el compuesto y su retención. Para la comparación de columnas, se suele usar el número de platos teóricos por metro (N/m).

El número de platos teóricos solamente es válido para un conjunto de condiciones específico. En concreto, se requieren determinadas condiciones de temperatura isotérmica debido a que los programas de temperatura tienen como resultado números de platos inexactos muy elevados. Además, el factor de retención (k) del soluto de prueba usado para calcular el número de platos debe ser superior a 5. Los picos con menos retención presentan un número de platos elevado. Al comparar el número de platos teóricos entre columnas, se requieren las mismas condiciones de temperatura y la misma retención de picos (k) para que la comparación sea válida.

### **Altura equivalente a un plato teórico (H)**

Otra medición de la eficiencia de la columna es la altura equivalente a un plato teórico indicado como H. Se calcula mediante **la ecuación 5** y se suele indicar en milímetros. Cuanto más corto sea cada plato teórico, mayor será el número de platos "incluido" a lo largo de la columna. Evidentemente, esto se traduce en un número mayor de platos por metro y una mayor eficiencia de la columna.

$$H = \frac{L}{N} \quad \begin{array}{l} L = \text{longitud de la columna (mm)} \\ N = \text{número de platos teóricos} \end{array}$$

Ecuación 5

### Uso de la eficiencia teórica (UTE%)

La eficiencia de recubrimiento (CE%) es un término histórico que hace referencia a la comparación entre la eficiencia de la columna medida y su eficiencia teórica máxima. Se calcula mediante **la ecuación 6**.

$$\text{UTE\%} = \left( \frac{H_{\text{actual}}}{H_{\text{theoretical}}} \right) \times 100$$

Ecuación 6

Históricamente, las heterogeneidades de la película de la fase estacionaria influían tanto en el valor de  $H_{\text{teórico}}$  que se podían ignorar los efectos extra-columna en el valor de  $H_{\text{real}}$  (por ejemplo, anomalías en las inyecciones, gas auxiliar insuficiente o en una dirección incorrecta o desfases mecánicos y electrónicos). Dado el aumento de la eficiencia de recubrimiento, esto ya no ocurre, y el valor de  $H_{\text{real}}$  suele verse afectado considerablemente por los efectos extra-columna en lugar de por los efectos de la columna. Los efectos de la columna en el valor de  $H_{\text{real}}$  se intensifican si aumentan el espesor de película o la polaridad, los cuales influyen en la difusión de la fase estacionaria. Algunos expertos prefieren usar el término "uso de la eficiencia teórica", el cual tiene en cuenta los factores mencionados anteriormente. Normalmente, los valores de uso de la eficiencia teórica están comprendidos entre el 85 y el 100% para las fases estacionarias no polares y el 60 y el 80% para las fases polares.

### Resolución ( $R_s$ )

Es normal que cuanto mayor es la resolución, menor es el solapamiento entre dos picos. La separación es solamente la distancia o el tiempo entre los valores máximos de dos picos (alfa,  $\alpha$ ). En el caso de la resolución, se tienen en cuenta tanto el valor alfa ( $\alpha$ ) como la anchura de los picos. Se calcula mediante cualquiera de las variantes de **la ecuación 7**. La resolución de referencia suele equivaler a 1,50; no obstante, no hay ningún valor de referencia visible entre los dos picos. Los valores superiores a 1,50 indican que hay un valor de referencia entre los picos y los valores inferiores a 1,50 indican que hay un grado determinado de coelución.

$$R = 1.18 \left( \frac{t_{R2} - t_{R1}}{w_{h1} + w_{h2}} \right)$$

$$R = 2 \left( \frac{t_{R2} - t_{R1}}{w_{b1} + w_{b2}} \right)$$

$t_{R1}$  = tiempo de retención del primer pico  
 $t_{R2}$  = tiempo de retención del segundo pico  
 $w_{h1}$  = anchura de pico a media altura  
 (en unidades de tiempo) del primer pico  
 $w_{h2}$  = anchura de pico a media altura  
 (en unidades de tiempo) del segundo pico  
 $w_{b1}$  = anchura de pico en la base  
 (en unidades de tiempo) del primer pico  
 $w_{b2}$  = anchura de pico en la base  
 (en unidades de tiempo) del segundo pico

Ecuación 7

### Relación de fase ( $\beta$ )

La relación de fase ( $\beta$ ) de una columna es un valor adimensional calculado mediante la ecuación 8. Si se mantienen la misma fase estacionaria y la misma temperatura de columna (programada o isotérmica), se puede usar el cambio de la relación de fase para calcular el cambio de la retención de un soluto. Esta relación se expresa mediante **la ecuación 9**. La constante de distribución ( $K_C$ ) es la relación de la concentración del soluto en la fase estacionaria y las fases móviles. La constante de distribución es fija para la misma fase estacionaria, temperatura de columna y soluto.

$$\beta = \frac{r}{2d_f} \quad \begin{array}{l} r = \text{radio de la columna (micrómetros, } \mu\text{m)} \\ d_f = \text{espesor de película (micrómetros, } \mu\text{m)} \end{array}$$

Ecuación 8

Por consiguiente, en el caso de la fase estacionaria y la temperatura de la columna, se pueden determinar la cantidad y la dirección de cualquier cambio en la retención tras una variación del diámetro de la columna o el espesor de película. En **la ecuación 9** se muestra que el aumento de la relación de fase tiene como resultado la reducción correspondiente de la retención ( $k$ ), ya que  $K_C$  es una constante. A la inversa, una reducción de la relación de fase tiene como resultado el aumento correspondiente de la retención ( $k$ ).

$$\frac{c_S}{c_M} = K_C$$
$$K_C = k\beta = k \left( \frac{r}{2d_f} \right) \quad \begin{array}{l} c_S = \text{concentración de soluto en la fase estacionaria} \\ c_M = \text{concentración de soluto en la fase móvil} \end{array}$$

Ecuación 9

En **la ecuación 8** se muestra que la relación de fase se reduce en caso de producirse una reducción del diámetro o un aumento del espesor de película. Cualquiera de estos cambios en la columna tiene como resultado un aumento de la retención de los solutos. La relación de fase aumenta si se produce un aumento del diámetro o una reducción del espesor de película. Cualquiera de estos cambios en la columna tiene como resultado una reducción de la retención de los solutos. En ocasiones, puede ser conveniente cambiar el diámetro de la columna o el espesor de película para conseguir un efecto específico (aumento de la eficiencia) sin cambiar la retención. Para ello, realice los cambios correspondientes en el diámetro de la columna y el espesor de película.

## Principios de selección de columnas

### Limitación de la selección, ahorro de tiempo y reducción de métodos empíricos

La selección de la columna capilar adecuada para su aplicación puede ser una tarea compleja. Si es posible, debe empezar por consultar los ejemplos de aplicaciones proporcionados por los fabricantes y proveedores de cromatógrafos de gases o las que se incluyen en las notas de aplicación publicadas.

Además, en las siguientes páginas encontrará información sobre:

- Cómo elegir la fase estacionaria que es una decisión fundamental y se basa en factores como la selectividad, la polaridad y el contenido de fenilo.
- Cómo obtener información sobre cómo influye el diámetro de la columna en factores como la eficiencia, la retención de los solutos, la presión de la cabeza y las velocidades de flujo del gas portador.
- Cómo determinar el modo en el que la longitud de la columna afectará a la retención de los solutos, la presión de la cabeza de la columna y el sangrado de la columna, y calcular el coste.
- Cómo observar las diferencias entre las columnas con mayor o menor espesor de película en relación con la capacidad, la inercia, el sangrado y el límite de temperatura superior.





En ocasiones, la selección de la mejor columna capilar para un análisis puede ser una tarea compleja. Aunque no hay ninguna técnica infalible, fórmula mágica, truco o secreto para la selección de columnas, sí que hay una serie de recomendaciones y conceptos que facilitan el proceso. Hay cuatro parámetros de columna principales que se deben tener en cuenta: fase estacionaria, diámetro, longitud y espesor de la película.

## Selección de fases estacionarias

La elección de la mejor fase estacionaria es la decisión más importante cuando se selecciona una columna capilar. Lamentablemente, también se trata de una decisión compleja y ambigua. El método más fiable es consultar la amplia variedad de ejemplos de aplicaciones proporcionadas por los fabricantes y proveedores de columnas, los fabricantes de cromatógrafos de gases y las publicaciones especializadas. Aunque es posible que no encuentre el ejemplo de aplicación exacto, puede obtener información suficiente para simplificar la decisión o reducir el número de posibles columnas. La situación más difícil se produce cuando no hay ninguna información disponible. La selección de la fase estacionaria es mucho más sencilla incluso si solo hay un cromatograma disponible para todos o la mayoría de los compuestos de la muestra.

Los conceptos de selectividad y polaridad de la fase estacionaria son muy útiles para la selección de las fases estacionarias. Para obtener el máximo rendimiento, empiece por las columnas Agilent J&W Ultra Inert 1ms y 5ms para obtener el sangrado de columna mínimo y una actividad de columna para una amplia variedad de analitos, incluidos los compuestos activos y las muestras a nivel de trazas.

El uso de los términos polaridad y selectividad como sinónimos no es correcto, pero es muy común. La selectividad se determina mediante las interacciones físico-químicas de las moléculas de los solutos con la fase estacionaria. La polaridad se determina mediante la estructura de la fase estacionaria. La polaridad no tiene ningún efecto en la separación. No obstante, es tan solo una de las muchas propiedades de la fase estacionaria que influyen en la separación de los picos (consulte la sección siguiente acerca de la polaridad).

La selectividad se puede definir como la capacidad de la fase estacionaria de diferenciar dos moléculas de soluto por sus propiedades químicas o físicas. La separación se realiza si las interacciones entre la fase estacionaria y los solutos son distintas. En el caso de una fase estacionaria líquida o de resina (polisiloxanos y polietilenglicoles), se producen tres interacciones principales: dispersión, dipolar y de enlaces de hidrógeno. A continuación se incluye una descripción simplificada y resumida de las interacciones de las fases estacionarias de polisiloxano y polietilenglicol.



La dispersión es la interacción dominante para todas las fases estacionarias de polisiloxano y polietilenglicol. La dispersión se puede entender como el concepto de volatilidad. Es decir, cuanto más volátil es un soluto, más rápidamente se eluye en la columna (por ejemplo, tiempo de retención menor). Sin embargo, este orden puede verse alterado por el efecto del soluto y la polaridad de la fase estacionaria, y otras interacciones. Los puntos de ebullición del soluto se usan a veces como medición de la volatilidad del compuesto. Es decir, los compuestos se eluyen por orden según los puntos de ebullición en aumento. Lamentablemente, los puntos de ebullición no se pueden aplicar de forma universal a las interacciones de dispersión. Los puntos de ebullición son adecuados si se trata de compuestos con estructuras, grupos funcionales o series homólogas similares (**figura 1**). Si se trata de compuestos con grupos funcionales mixtos, la simplificación de los puntos de ebullición no suele funcionar (**figura 2**). Si los puntos de ebullición de los compuestos difieren en más de 30 °C, normalmente se pueden separar en la mayoría de las fases estacionarias (aunque hay excepciones). Si los puntos de ebullición de los compuestos difieren en menos de 10 °C, la simplificación del punto de ebullición es menos fiable y es más probable que sea errónea (excepto en el caso de los compuestos de una serie homóloga).

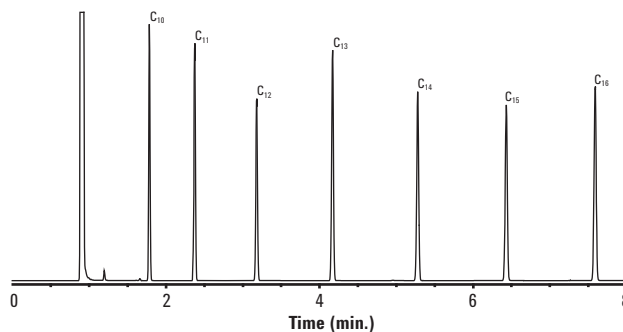
**Figura 1: Orden de elución del punto de ebullición para series homólogas**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm de d.i., 0,25 µm

Portador: Helio a 30 cm/s

Horno: 60 °C durante 1 min, 60-180 °C a 20 °C/min

	Punto de ebullición (°C)
1. n-Decano (C10)	174
2. n-Undecano (C11)	196
3. n-Dodecano (C12)	216
4. n-Tridecano (C13)	234
5. n-Tetradecano (C14)	253
6. n-Pentadecano (C15)	268
7. n-Hexadecano (C16)	287

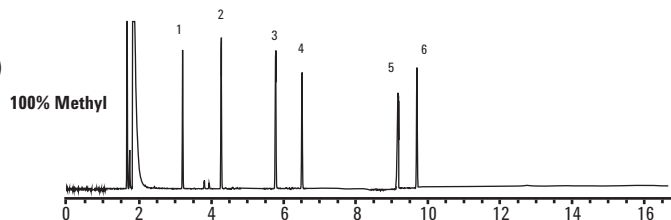


Series homólogas de hidrocarburos. Los solutos eluyen en función del incremento de sus puntos de ebullición. Sin embargo, los picos no están separados de forma proporcional a sus puntos de ebullición respectivos.

**Figura 2: Desviación de la orden del punto de ebullición**

**Columna:** DB-1, 30 m x 0,25 mm de d.i., 0,25 µm

	Puntos de ebullición (°C)
1. Tolueno	111
2. Hexanol	157
3. Fenol	182
4. Decano (C10)	174
5. Naftaleno	219
6. Dodecano (C12)	216



Los solutos no incluidos en las series homólogas no eluyen en la orden del punto de ebullición.

Si la fase estacionaria admite la interacción dipolar, aumenta su capacidad de separar los solutos cuyos momentos dipolares son distintos. Tan solo algunas fases estacionarias pueden aprovechar esta interacción. Los polietilenglicoles y los polisiloxanos sustituidos cianopropílicos y trifluoropropílicos se someten de inmediato a las interacciones dipolares. Los grupos sustituidos de metilo o fenilo no se someten a una interacción dipolar (**tabla 1**). La cantidad de separación de los picos para los solutos con distintos dipolos suele cambiar si se usa una fase estacionaria con una interacción distinta (**figura 3**). Si la diferencia dipolar entre los compuestos no es relevante, se necesita una mayor cantidad del grupo correspondiente (por ejemplo, un 50% de polisiloxano cianopropilfenilmetílico en vez de un 14% de polisiloxano cianopropilfenilmetílico). Es difícil predecir exactamente la magnitud del cambio en la separación para todos los picos. Los resultados empíricos demuestran que las fases estacionarias de interacción dipolar son adecuadas para las muestras que contienen compuestos con estructuras básicas o centrales a las que se unen los distintos grupos en varias posiciones. Algunos ejemplos son los aromáticos sustituidos, los halocarbonos, los pesticidas y los fármacos.

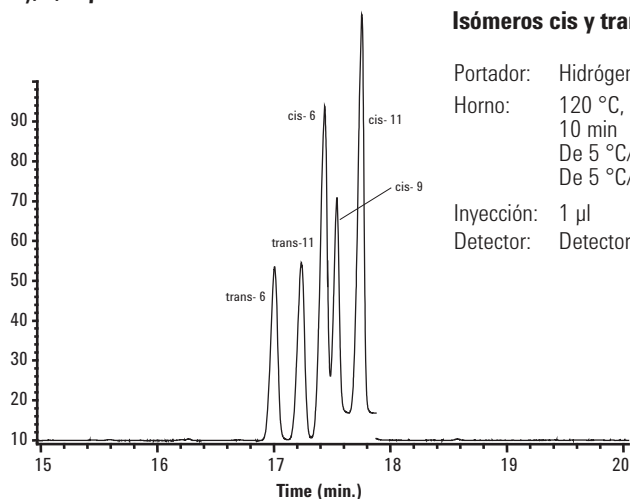
**Tabla 1: Interacciones de fase estacionaria**

Grupo funcional	Dispersión	Dipolo	Enlaces de hidrógeno
Metilo	Fuerte	Ninguno	Ninguno
Fenilo	Fuerte	Ninguno a débil	Débil
Cianopropil	Fuerte	Muy fuerte	Moderada
Trifluoropropil	Fuerte	Moderada	Débil
PEG	Fuerte	Fuerte	Moderada

**Figura 3: Interacciones dipolares**

Columna: HP-88, 30 m x 0,25 mm (d.i.), 0,25 µm

El peso molecular y los puntos de ebullición son prácticamente idénticos para estos isómeros de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) y las interacciones dipolares se deben únicamente a las diferencias en las posiciones isoméricas del hidrógeno en las moléculas. Tan solo las interacciones dipolares altas de la fase estacionaria permiten la separación cromatográfica de estos tipos de compuestos.





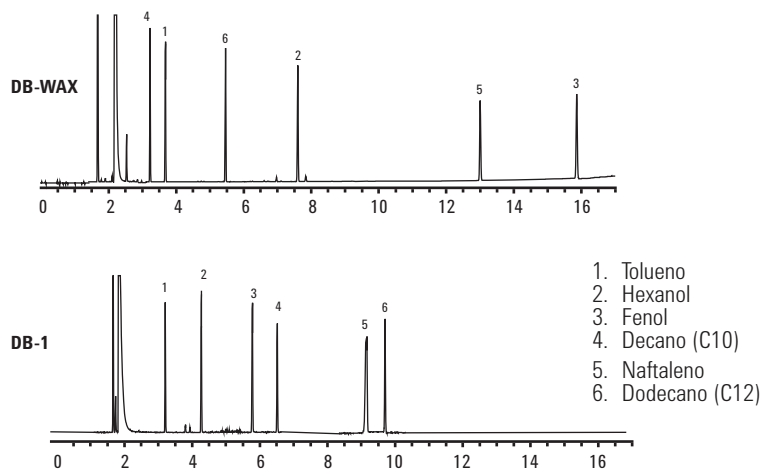
La interacción de enlaces de hidrógeno se produce si hay enlaces de hidrógeno entre las moléculas de los solutos y las fases estacionaria. En la tabla 2 se indican los tipos de compuestos que pueden formar enlaces de hidrógeno con sus potencias de enlace relativas. La diferencia en la potencia del enlace de hidrógeno es fundamental. Las fases estacionarias que se someten a interacciones dipolares también se someten a interacciones de enlaces de hidrógeno. La cantidad de separación de los picos para los solutos cuyos potenciales de enlace de hidrógeno difieren suele cambiar si se usa una fase estacionaria con otra cantidad de interacción de enlaces de hidrógeno (**figura 4**). Si la diferencia de enlaces de hidrógeno entre los compuestos no es relevante, se necesita una mayor cantidad del grupo correspondiente (por ejemplo, un 50% de polietilenglicol en vez de un 14% de polisiloxano cianopropilfenilmetílico). Es difícil predecir exactamente la magnitud del cambio en la separación para todos los picos. En ocasiones, se obtiene la separación deseada, pero se produce la coelución de otro conjunto de picos con la nueva fase estacionaria.

**Tabla 2: Fuerzas de enlace de hidrógeno relativas**

Fuerza	Compuestos
Fuerte	Alcoholes, ácidos carboxílicos, aminas
Moderada	Aldehídos, ésteres, cetonas
Débil a Ninguna	Hidrocarburos, halocarburos, éteres

**Figura 4: Interacciones por enlaces de hidrógeno**

**Columna: 15 m x 0,25 mm de d.i., 0,25 µm**



La DB-1 no soporta interacciones por enlace de hidrógeno. El cambio en el orden de elución de hexanol y fenol con DB-WAX es una combinación de la interacción dipolo y por enlaces de hidrógeno.

Las jeringas Agilent Gold Standard prolongan la vida útil del séptum y reducen la contaminación del inyector. Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/syringes](http://www.agilent.com/chem/syringes).

Otra característica de la fase estacionaria que puede influir en la retención de forma previsible es el contenido de fenilo. En general, cuanto mayor es el contenido de fenilo de la fase estacionaria, mayor es la retención de los solutos de aromáticos en relación con los solutos de alifáticos. Esto no significa que los solutos de aromáticos se retienen en mayor medida (por ejemplo, valor k superior) en las fases estacionarias con un alto contenido de fenilo, sino que los solutos de aromáticos se retienen en mayor medida en relación con los solutos de alifáticos. En la figura 5 se muestra un ejemplo de este comportamiento de retención.

## Polaridad

La polaridad de la fase estacionaria se determina mediante la polaridad de los grupos sustituidos y sus cantidades relativas. En la **tabla 3** se indican varias fases estacionarias por orden según la polaridad en aumento. La polaridad se suele usar de forma incorrecta para seleccionar las columnas o determinar las características de la separación. La polaridad de la fase estacionaria es tan solo uno de los muchos factores que influyen en la retención y la separación.

Aunque la polaridad no está directamente relacionada con la selectividad, tiene un efecto considerable en la retención del compuesto y, por consiguiente, en la separación. En el caso de los compuestos con un nivel de volatilidad similar, la mayor retención se obtiene para los solutos con polaridades similares a las de la fase estacionaria. Es decir, los compuestos polares presentan una mayor retención en una fase estacionaria polar que en una fase estacionaria menos polar y viceversa. Este efecto se puede observar en la **figura 6**. Los cambios en la retención y el orden de elución se deben en gran medida a los cambios en la polaridad de la fase estacionaria. Los cambios en la cantidad de sustitución del grupo fenilo y las interacciones de los enlaces de hidrógeno y dipolares también influyen en los cambios. No obstante, es difícil evaluar la magnitud de estas influencias individuales.

Además de en la retención, la polaridad de la fase estacionaria influye en otras características de la columna. Hay una relación general entre la polaridad de la fase estacionaria y la vida útil, los límites de temperatura, el sangrado y la eficiencia de la columna. La vida útil, los límites de temperatura y la eficiencia de la columna tienden a ser superiores en el caso de las fases estacionarias menos polares. Se trata de una tendencia general y no de un fenómeno invariable. En ocasiones, las fases estacionarias de bajo sangrado tienen un comportamiento contrario a esta tendencia.

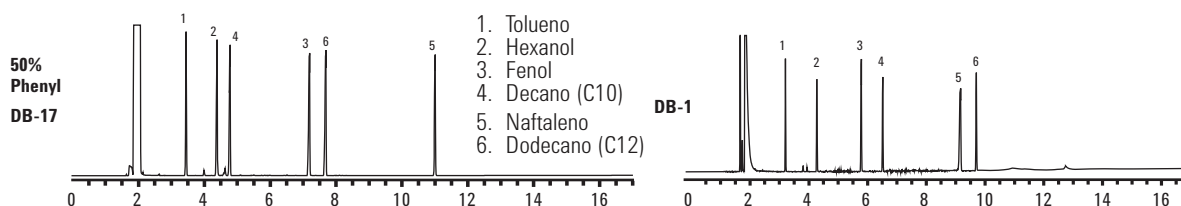
**Tabla 3: Polaridad de la fase estacionaria**

Non Polarity					Mid				
DB-1	DB-5	DB-XLB	DB-35	HP-Chiral 10 $\beta$	DB-17	DB-TPH	DB-502.2	DB-VRX	DB-1301
HP-1	HP-5		DB-35ms	HP-Chiral 20 $\beta$	DB-17ms		HP-VOC		DB-624
DB-1ms	DB-5ms		HP-35		DB-608				HP-Fast Residual Solvent
HP-1ms	HP-5ms				HP-50+				
DB-2887	HP-5ms Semivol				DB-17ht				
DB-Petro	DB-5.625								
DB-PONA	DB-5ht								
DB-HT Sim Dis	Ultra 2								
DB-1ht	HP-PASS								
Ultra 1	DB-EVDX								

La separación y la eficiencia se deben considerar de forma conjunta y no como atributos independientes de la columna. Las dos contribuyen a la resolución de los picos. Si la fase estacionaria ofrece una resolución adecuada entre picos, no es necesaria una eficiencia superior. En estos casos, se pueden usar columnas con diámetros menores o mayores y una condiciones para la cromatografía de gases por debajo del nivel óptimo. Si la resolución no es adecuada, se requiere una eficiencia de la columna superior.

**Figura 5: Retención de contenido de fenilo**

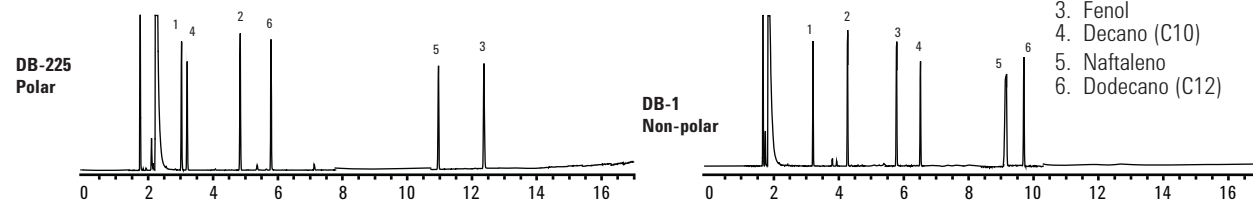
**Columna: 15 m x 0,25 mm de d.i., 0,25 µm**



Los compuestos aromáticos tienen una mayor retención en relación con los hidrocarburos para la columna DB-17. La columna DB-17 contiene una sustitución de fenilo del 50%. La columna DB-1 no contiene ninguna sustitución de fenilo.

**Figura 6: Relación de retención - polaridad**

**Columna: 15 m x 0,25 mm de d.i., 0,25 µm**



Los alcoholes (polares) tienen una mayor retención en relación con los hidrocarburos (no polares) para la columna DB-225. La columna DB-225 es más polar que la DB-1.

### Polarity

DB-1701  
DB-1701P  
CycloSil-β  
Cyclodex-β

DB-ALC2

DB-225  
DB-225ms  
HP Blood  
Alcohol

DB-ALC1

DB-Dioxin

DB-200

DB-210

DB-23

HP-88

DB-WAX  
DB-WAXetr  
HP-INNOWax  
DB-FFAP  
HP-FFAP  
DB-WaxFF

### High Polarity

## Columnas para cromatografía gas-sólido o PLOT

Las columnas PLOT (tubular abierta de capa porosa) se usan para la separación de solutos muy volátiles (principalmente gases) sin necesidad de un enfriamiento criogénico o por debajo de la temperatura ambiente del horno. Las separaciones que requieren temperaturas de columna por debajo de 35 °C, incluso con una fase estacionaria líquida de película gruesa, se pueden realizar a temperaturas superiores a 35 °C con las columnas PLOT.

Las fases estacionarias de las columnas para cromatografía gas-sólido o PLOT son físicamente distintas de los polisiloxanos y los polietilenglicoles. La fase estacionaria gas-sólido consta de pequeñas partículas porosas. Las partículas se adhieren a la pared interna del tubo capilar mediante un ligante o un método similar. Los solutos se separan según las diferencias en sus propiedades de adsorción. Dado que las partículas son porosas, también se produce una diferenciación del tamaño y la forma.

Las columnas GS-Alumina son adecuadas para la separación de hidrocarburos  $C_1$ - $C_{10}$  y aromáticos de pequeñas proporciones. La versión KCl de la columna GS-Alumina cambia el orden de retención de algunos hidrocarburos. La columna HP-PLOT Q permite una separación algo mejor para los hidrocarburos  $C_1$ - $C_3$ , pero los hidrocarburos a partir de  $C_4$  se separan mejor con una columna GS-Alumina. La columna HP-PLOT Q presenta unos tiempos de retención extremadamente prologados y picos muy anchos para los hidrocarburos a partir de  $C_6$  y los aromáticos. La columna HP-PLOT Q separa los gases de azufre entre sí y forma sobre todo hidrocarburos ligeros. La columna HP-PLOT Molesieve se usa para separar muchos gases nobles y permanentes. Las columnas GS-GasPro combinan muchas de las características de varias columnas PLOT. Los hidrocarburos ligeros, los gases inorgánicos y los disolventes son algunos ejemplos en el caso de la columna GS-GasPro.

### Primary Selectivity Interactions in PLOT Phases

Dispersive		
<b>Shape/Size</b> Zeolites	↔	<b>Ionic Surface</b> Alumina/ $Al_2O_3$ GS-OxyPLOT

Dispersive		
<b>Shape/Size</b> Bonded Graphitized Carbon Molecular Sieves	↔ <b>Porous Polymers</b>	<b>Ionic Surface</b> Bonded Silica

### PLOT Column Examples

<b>Zeolite/Molesieve:</b>	HP-PLOT Molesieve
<b>Graphitized Bonded Carbon:</b>	GS-CarbonPLOT
<b>Porous Polymers:</b>	HP-PLOT Q, HP-PLOT U
<b>Bonded Silica:</b>	GS-GasPro
<b>Alumina/<math>Al_2O_3</math>:</b>	GS-Alumina, GS-Alumina KCl, HP-PLOT $Al_2O_3$ KCl, HP-PLOT $Al_2O_3$ "S", HP-PLOT $Al_2O_3$ "M"
<b>Proprietary Phase:</b>	GS-OxyPLOT

## Resumen de la selección de fases estacionarias

1. Si no tiene información ni ninguna idea sobre qué fase estacionaria usar, empiece con los sistemas DB-1 o DB-5.
2. Las columnas de bajo sangrado ("ms") suelen ser más inertes y tener unos límites de temperatura superiores. Las columnas 1 ms y 5 ms ultrainertes ofrecen un sangrado de columna mínimo y son las más inertes para una amplia variedad de analitos, incluidos los compuestos activos y las muestras de nivel de trazas.
3. Use la fase estacionaria menos polar que proporcione una resolución y unos tiempos de análisis satisfactorios. Las fases estacionarias no polares tienen una vida útil más prolongada en comparación con las fases polares.
4. Use una fase estacionaria con una polaridad similar a la de los solutos. Este método funciona en la mayoría de los casos. No obstante, no siempre se encuentra la mejor fase estacionaria mediante esta técnica.
5. Si los solutos con una separación deficiente tienen distintos dipolos o potencias de enlace de hidrógeno, cambie a una fase estacionaria con otra cantidad (no necesariamente superior) de interacción dipolar o de enlaces de hidrógeno. Dado que se pueden producir otras coeluciones al cambiar de fase estacionaria, es posible que la nueva fase estacionaria no proporcione una resolución general mejor.
6. Si es posible, evite el uso de una fase estacionaria con una funcionalidad que genere una amplia respuesta con un detector selectivo. Por ejemplo, las fases estacionarias que contienen cianopropilo presentan un aumento de la línea base desproporcionado (debido al sangrado de la columna) en el caso de los detectores de nitrógeno fosforoso.
7. Las columnas DB-1 o DB-5, DB-1701, DB-17 y DB-WAX presentan una amplia variedad de selectividades con un número de columnas mínimo.
8. Las columnas PLOT se usan para el análisis de muestras gaseosas con temperaturas de columna superiores a la temperatura ambiente.



**Tabla 4: Diámetro frente a eficiencia de la columna**

D.I. de columna Diámetro (mm)	Platos teóricos
0,10	12500
0,18	6600
0,20	5940
0,25	4750
0,32	3710
0,45	2640
0,53	2240

Eficiencia máxima para un soluto con  $k=5$

## Diámetro de la columna

El diámetro de la columna influye en cinco parámetros básicos. Estos parámetros son la eficiencia, la retención, la presión, la velocidad de flujo del gas portador y la capacidad.

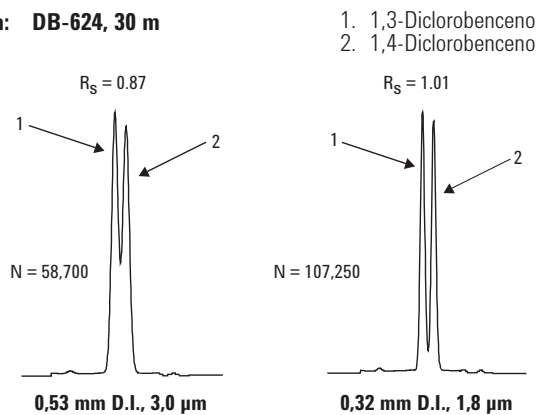
La eficiencia de la columna (N/m) es inversamente proporcional al diámetro de la columna. Los valores de eficiencia indicados en la **tabla 4** demuestran que las columnas con un diámetro menor tienen valores mayores para los platos teóricos por metro. La resolución es una función de raíz cuadrada del número de platos teóricos. Por lo tanto, la duplicación teórica de la eficiencia de la columna aumenta la resolución tan solo 1,41 veces (raíz cuadrada de 2), pero es un valor más próximo a 1,2-1,3 veces en la práctica. Se usan columnas con un diámetro menor si la separación de los picos no es relevante y se requiere una eficiencia de columna alta (por ejemplo, picos estrechos). En la **figura 7** se muestra la diferencia en la resolución para dos columnas con distintos diámetros.

La retención del soluto es inversamente proporcional al diámetro de la columna en condiciones de temperatura isotérmica. En el caso de los programas de temperatura, el cambio equivale a 1/3-1/2 del valor isotérmico. El diámetro de las columnas no se suele seleccionar en función de la retención. En la **figura 7** se muestra la diferencia en la retención para dos columnas con distintos diámetros.

La presión de la cabeza de la columna es aproximadamente una función cuadrática inversa del radio de la columna. Por ejemplo, una columna con un diámetro interno de 0,25 mm requiere aproximadamente 1,7 veces la presión de la cabeza de una columna con un diámetro interno de 0,32 mm con la misma longitud (se tienen en cuenta el gas portador y la temperatura). La presión de la cabeza de la columna aumenta o disminuye considerablemente si cambia el diámetro de la columna. Las columnas con un diámetro interno de 0,18 mm se usan para los análisis de cromatografía de gases estándar dado que se requieren presiones muy altas para las columnas con diámetros inferiores. Las columnas de diámetros superiores, sobre todo las más cortas (por ejemplo, 15 m x 0,32 mm de diámetro interno), no son válidas para su uso en sistemas de cromatografía de gases y espectrometría de masas. El vacío en la salida de la columna reduce considerablemente la presión de la cabeza requerida y es difícil mantener o controlar las presiones de cabeza muy bajas.

**Figura 7: Diámetro de la columna – Comparación de la resolución y retención**

**Columna: DB-624, 30 m**



Con una presión constante, la velocidad de flujo del gas portador se incrementa si aumenta el diámetro de la columna. En el caso de las aplicaciones o el hardware que requieren altas velocidades de flujo, se suelen usar columnas de mayor diámetro. El espacio de cabeza y los sistemas de purga y trampa requieren velocidades de flujo del gas portador superiores para funcionar correctamente. En estos sistemas, se usan columnas con un diámetro interno de 0,45 o 0,53 mm para poder usar velocidades de flujo superiores. Se deben tener en cuenta algunos aspectos específicos si se usan columnas de diámetro reducido en estos tipos de sistemas. Esto incluye el uso de interfaces criogénicas u hornos o la conexión mediante inyector split. Estas técnicas aumentan la complejidad y el coste o pueden provocar la pérdida de la muestra. En el caso de las aplicaciones o el hardware que requieren bajas velocidades de flujo de gas portador, se suelen usar columnas de menor diámetro. Los sistemas de cromatografía de gases y espectrometría de masas requieren velocidades de flujo de gas portador bajas y, por lo tanto, se usan columnas con un diámetro interno de 0,25 mm o inferior.

La capacidad de la columna aumenta si se reduce el diámetro de la columna. La capacidad real de la columna depende además de la fase estacionaria, el soluto y el espesor de película. En la **tabla 5** se indican los intervalos de capacidad típicos para una serie de diámetros de columna.

**Tabla 5: Capacidad de la columna en ng**

Grosor Película (µm)	Diámetro interno de la columna (mm)			
	0,18-0,20	0,25	0,32	0,53
0,10	20-35	25-50	35-75	50-100
0,25	35-75	50-100	75-125	100-250
0,50	75-150	100-200	125-250	250-500
1,00	150-250	200-300	250-500	500-1000
3,00		400-600	500-800	1000-2000
5,00		1000-1500	1200-2000	2000-3000

Las férrulas capilares de Agilent se incluyen en originales envases en forma de esfera para suministrar una férrula limpia cada vez. Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/ferrules](http://www.agilent.com/chem/ferrules).





## Resumen de la selección de diámetros de columna

1. Use columnas con un diámetro de 0,18 a 0,25 mm si se requiere una eficiencia de columna superior. Las columnas con un diámetro interno de 0,18mm son adecuadas para los sistemas de cromatografía de gases y espectrometría de masas con baja capacidad de bombeo. Las columnas de menor diámetro tienen menos capacidad y requieren la máxima presión de cabeza.
2. Use columnas con un diámetro interno de 0,32 mm si se requiere una capacidad de muestra superior. Estas columnas ofrecen una resolución superior de los solutos de elución iniciales para las inyecciones splitless o los volúmenes de inyección grandes (>2 µl) en comparación con las columnas con un diámetro interno de 0,25 mm.
3. Use columnas con un diámetro interno de 0,45 mm solo si hay disponible un inyector directo Megabore y se desea una eficiencia de columna superior. Estas columnas son adecuadas para los casos en los que se requieren velocidades de flujo de gas portador altas (por ejemplo, con sistemas de purga y trampa, muestreadores de espacio de cabeza y aplicaciones de inyección con válvula).
4. Use columnas con un diámetro interno de 0,53 mm solo si hay disponible un inyector directo Megabore. Estas columnas son adecuadas para los casos en los que se requieren velocidades de flujo de gas portador altas (por ejemplo, con sistemas de purga y trampa, y muestreadores de espacio de cabeza). Las columnas con un diámetro interno de 0,53 mm presentan las máximas capacidades de muestra con valor  $d_f$  constante.

## Longitud de la columna

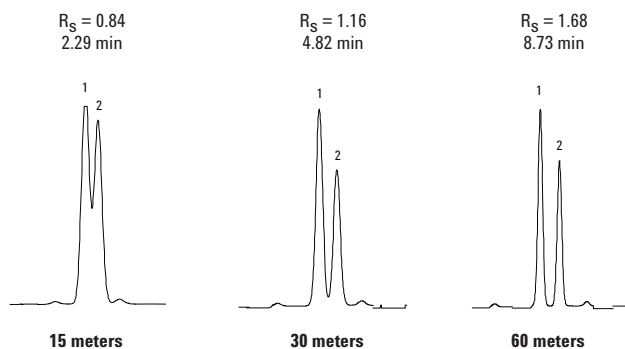
La longitud de la columna influye en tres parámetros básicos. Estos parámetros son la eficiencia, la retención (tiempo de análisis) y la presión del gas portador.

La eficiencia de la columna (N) es proporcional a la longitud de la columna. La resolución es una función de raíz cuadrada del número de platos teóricos. Por ejemplo, la duplicación de la longitud de la columna (y, por consiguiente, la eficiencia) tiene como resultado un aumento teórico de la resolución de tan solo 1,41 veces (valor más próximo a 1,2-1,3 veces en la práctica). Se usan columnas con una longitud mayor si la separación de los picos no es relevante y se requiere una eficiencia de columna alta (por ejemplo, picos estrechos). En la **figura 8** se muestra la diferencia en la resolución para tres longitudes distintas.

**Figura 8: Longitud de la columna – Comparación de la resolución y retención**

**Columna: DB-624**  
15 m x 0,53 mm de d.i., 0,3 µm  
30 m x 0,53 mm de d.i., 0,3 µm  
30 m x 0,53 mm de d.i., 0,3 µm

1. 1,3-Diclorobenceno
2. 1,4-Diclorobenceno





La retención del soluto es proporcional a la longitud de la columna en condiciones de temperatura isotérmica. En el caso de los programas de temperatura, el cambio equivale a 1/3-1/2 del valor isotérmico. Si se incrementa la eficiencia mediante el alargamiento de la columna, se produce un aumento considerable del tiempo de análisis. En la **figura 8** se muestra la diferencia en la retención para tres longitudes distintas.

La presión de la cabeza de la columna es prácticamente proporcional a la longitud de la columna. Normalmente, la presión no es un problema, a menos que el diámetro de la columna sea muy grande o muy pequeño. Los diámetros de columna largos y estrechos requieren presiones de cabeza considerablemente altas y los diámetros de columna cortos y anchos requieren presiones de cabeza muy bajas. Ninguna de estas variantes es útil y puede constituir una limitación. La selección del gas portador también influye en la presión de la columna.

El sangrado de la columna se incrementa si aumenta la longitud de la columna. Dado que las columnas más largas tienen más fase estacionaria, se generan más productos de degradación. El aumento del sangrado de las columnas más largas no es relevante y no debe ser un impedimento para usar columnas más largas si es necesario.

El coste de la columna está directamente relacionado con la longitud de la columna. La duplicación de la longitud de la columna duplica el precio. Si se aumenta la eficiencia mediante el alargamiento de la columna, se produce un aumento considerable del coste de la columna. Si se tiene en cuenta el aumento del tiempo de análisis, el alargamiento de la columna debe ser la última opción razonable para aumentar la eficiencia.

El coste de las columnas cortas por metro es superior en comparación con las columnas largas. Cortar las columnas largas en partes de menor longitud puede parecer un buen método de ahorro, pero no se recomienda. La calidad de las partes más cortas no se puede garantizar y puede no ser la misma que en una columna original intacta. En teoría, cada parte debe ofrecer unos resultados satisfactorios y coherentes. En la práctica, esto no siempre es así. La probabilidad de variaciones en las partes individuales es mayor si dichas partes se cortan de la columna original. Se observa una variabilidad mayor entre las partes individuales si aumentan la longitud, el espesor de película y la polaridad de la fase estacionaria y se reduce el diámetro de la columna. Finalmente, aumenta la probabilidad de que se rompa el tubo al volver a enrollar las columnas más cortas en otros soportes. Técnicamente, cortar una columna en partes más cortas anula la garantía.



¿Desea dejar de usar conectores de ajuste a presión complicados y con fugas? Pruebe la unión para columnas capilares Agilent Ultimate. Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/union](http://www.agilent.com/chem/union).





## Resumen de la selección de longitudes de columna

1. Empiece por columnas de 25 a 30 metros si sabe cuál es la longitud óptima.
2. Las columnas de 10 a 15 metros son adecuadas para las muestras que contienen solutos muy bien separados o muy pocos solutos. Las columnas más cortas se usan para diámetros mínimos reduciendo así la presión de la cabeza.
3. Las columnas de 50 a 60 metros se deben usar si la resolución no es posible mediante otros medios (diámetro inferior, uso de otra fase estacionaria o cambio de temperatura de la columna). Estas columnas resultan más adecuadas para las muestras complejas con un número alto de solutos. Las columnas largas tienen tiempos de análisis y un coste superiores.

## Espesor de la película de la columna

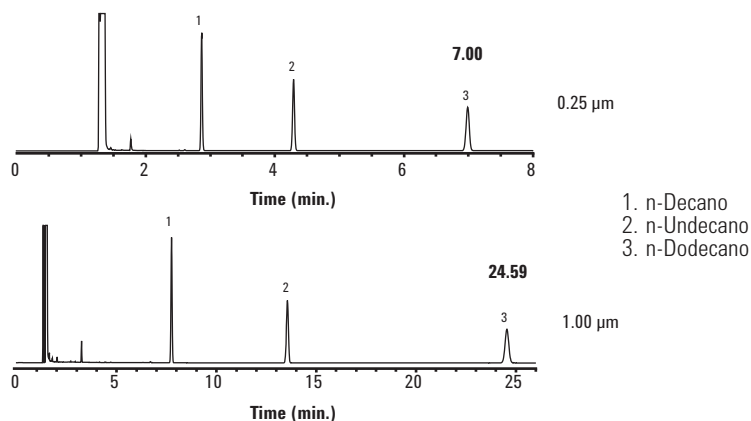
El espesor de película de la columna influye en cinco parámetros básicos: retención, resolución, sangrado, inercia y capacidad.

En condiciones isotérmicas, la retención del soluto es directamente proporcional al espesor de película. En el caso de los programas de temperatura, el cambio equivale a 1/3-1/2 del valor isotérmico. Las columnas con un espesor de película mayor se usan para obtener una retención superior para los solutos muy volátiles. Los solutos volátiles que requieren enfriamiento criogénico (por debajo de la temperatura ambiente) con las columnas con un espesor de película estándar se pueden retener en una medida suficiente a temperaturas superiores a 30 °C. El cambio a una columna con un espesor de película superior tiene como resultado general una retención igual o mayor a una temperatura de columna superior. Las columnas con un espesor de película superior se usan para compuestos volátiles, como los disolventes y los gases de alta calidad. Las columnas con un espesor de película inferior se usan para reducir la retención de los solutos con un alto nivel de retención. Los solutos con un alto nivel de retención se pueden eluir más rápidamente o a una temperatura inferior. El cambio a una columna con un espesor de película inferior tiene como resultado general una retención igual o menor a una temperatura de columna inferior. Las columnas con un espesor de película inferior se usan para compuestos con un punto de ebullición o un peso molecular altos. En la **figura 9** se muestra la diferencia en la retención para dos espesores de película distintos.

Los solutos con valores  $k$  inferiores a 2 son difíciles de resolver debido a la retención insuficiente en la columna. El cambio a una columna con un espesor de película superior tiene como resultado una resolución mayor debido a que aumenta la retención del soluto. El aumento de la resolución depende del valor  $k$  del soluto para la columna original. En el caso de los solutos con valores  $k$  de aproximadamente 5 o menos, el aumento de la retención tiene como resultado un aumento de la resolución. En el caso de los picos de solutos con valores de 5 a 10, el aumento de la retención equivale a un aumento ligero o medio de la resolución. En el caso de los picos con valores  $k$  superiores a 10, el aumento de la retención no aumenta la resolución y, en ocasiones, provoca una pérdida de resolución. El aumento del espesor de película para incrementar la resolución de los picos de elución iniciales puede provocar una pérdida de resolución para los picos de elución posteriores.

**Figura 9: Espesor de la película de la columna – Comparación de la resolución y retención**

**Columna:** DB-1, 30 m x 0,32 mm de d.i.  
**Portador:** Helio a 38 cm/s  
**Horno:** 100 °C isotérmico



En una fase estacionaria determinada, el sangrado de la columna es superior si aumenta el espesor de película. Dado que las columnas con un espesor de película superior presentan más retención, los picos de elución posteriores pueden cambiar a una región con un sangrado de columna mucho mayor cuando aumenta el espesor de película. Los límites de temperatura superiores de las columnas con un espesor de película mayor se pueden reducir debido a los niveles altos de sangrado.

Las columnas con un espesor de película superior son más inertes. Hay más fase estacionaria para proteger los solutos de la superficie del tubo. Las colas de los picos de los compuestos activos se suelen reducir o eliminar mediante una columna con un espesor de película superior.

Las columnas con un espesor de película mayor equivalen a una capacidad superior de los solutos. Si hay un soluto en una cantidad considerablemente superior, el pico ancho resultante puede interferir o coeluirse con un pico adyacente. El cambio a una columna con un espesor de película superior puede reducir el ensanchamiento de los picos y, por consiguiente, la coelución. En la **tabla 5** se indican los intervalos de capacidad típicos para una serie de espesores de película.

Los dispositivos con tecnología de flujo capilar de Agilent se pueden usar en las aplicaciones de retroflujo para reducir los ciclos, reducir el mantenimiento de las columnas y mejorar la calidad de los datos.





## Resumen de la selección de espesores de la película de la columna

1. En el caso de las columnas con un diámetro interno de 0,18 a 0,32 mm, un espesor de película de 0,18 a 0,25  $\mu\text{m}$  es el valor medio o estándar (es decir, ni fina ni gruesa) para la mayoría de los análisis.
2. En el caso de las columnas con un diámetro interno de 0,45 a 0,53 mm, un espesor de película de 0,8 a 1,5  $\mu\text{m}$  es el valor medio o estándar (es decir, ni fina ni gruesa) para la mayoría de los análisis.
3. Las columnas con un espesor de película superior se usan para retener y resolver los solutos volátiles (por ejemplo, disolventes ligeros y gases). Las columnas gruesas son más inertes y tienen mayor capacidad. Las columnas con un espesor de película superior presentan un aumento del sangrado de la columna y una reducción de los límites de temperatura superiores.
4. Las columnas con un espesor de película inferior se usan para minimizar la retención de los solutos con un punto de ebullición y un peso molecular altos (por ejemplo, esteroides y triglicéridos). Las columnas con un espesor de película inferior son menos inertes, tienen menos capacidad y el sangrado de la columna es menor.



## Guías de métodos

### Guía de aplicaciones de las fases estacionarias de columnas para GC

Fase de Agilent	Aplicación	Composición	Polaridad	Intervalo de temperatura aproximado (°C)	Fases similares
<b>Aplicaciones generales</b>					
DB-1ms Ultra Inert	Aminas, hidrocarburos, pesticidas, compuestos PCB, fenoles, compuestos de azufre, aromas y fragancias	Dimetilpolisiloxano al 100%	No polar	De -60 a 340/360	
HP-1ms Ultra Inert	Aminas, hidrocarburos, pesticidas, compuestos PCB, fenoles, compuestos de azufre, aromas y fragancias	Dimetilpolisiloxano al 100%	No polar	De -60 a 325/350	
DB-5ms Ultra Inert	Compuestos semivolátiles, compuestos halogenados, pesticidas, herbicidas, drogas, aminas, identificación sistemática de muestras desconocidas	Fenilo al 5%, dimetil arileno siloxano al 95%	No polar	De -60 a 325/350	
DB-5ms Ultra Inert	Compuestos semivolátiles, compuestos halogenados, pesticidas, herbicidas, drogas, aminas, identificación sistemática de muestras desconocidas	Fenilo al 5%, dimetilpolisiloxano al 95%	No polar	De -60 a 325/350	
HP-1ms, DB-1ms, HP-1, DB-1	Aminas, hidrocarburos, pesticidas, compuestos PCB, fenoles, compuestos de azufre, aromas y fragancias	Dimetilpolisiloxano al 100%	No polar	De -60 a 325/350	BP-1, SPB-1, CP-Sil 5, Rtx-1, OV-1, SE-30, 007-1, ZB-1
HP-5ms, DB-5, HP-5	Compuestos semivolátiles, alcaloides, fármacos, ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME), compuestos halogenados, pesticidas y herbicidas	Fenilo al 5%, dimetilpolisiloxano al 95%	No polar	De -60 a 325/350	SPB-5, XTI-5, Mtx-5, CP-Sil 8CB, SE-54, Rtx-5, BPX-5, MDN-5, Rtx-5ms, BP-5, ZB-5
DB-5ms	Compuestos semivolátiles, alcaloides, fármacos, ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME), compuestos halogenados, pesticidas y herbicidas	Fenilo al 5%, dimetil arileno siloxano al 95%	No polar	De -60 a 325/350	Rtx-5ms, Rtx-5Sil MS, Rxi-5ms, Rxi-5Sil MS, VF-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms, SLB-5ms, Equity-5
DB-1301	Arocloros, alcoholes, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles	Cianopropilfenilo al 6%, dimetilpolisiloxano al 94%	Polaridad media	De -20 a 280/300	Rtx-1301, PE-1301, VF-1301ms
DB-35, HP-35	Pesticidas CLP, arocloros, fármacos y drogas	Fenilo al 35%, dimetilpolisiloxano al 65%	Polaridad media	De 40 a 300/320	Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
DB-35ms	Pesticidas CLP, arocloros, fármacos y drogas	Fenilo al 35%, dimetil arileno siloxano al 65%	Polaridad media	De 50 a 340/360	Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
DB-1701, DB-1701P	Pesticidas, herbicidas, azúcares trimetilsililados, arocloros	Cianopropilfenilo al 14%, dimetilpolisiloxano al 86%	Polaridad media	De -20 a 280/300	SPB-1701, CP-Sil 19 CB, Rtx-1701, CB-1701, OV-1701, 007-1701, BPX-10

## Guía de aplicaciones de las fases estacionarias de columnas para GC

Fase de Agilent	Aplicación	Composición	Polaridad	Intervalo de temperatura aproximado (°C)	Fases similares
HP-50+, DB-17	Fármacos, glicoles, pesticidas, esteroides	Fenilo al 50%, dimetilpolisiloxano al 50%	Polaridad media	De 40 a 280/300	Rtx-50, CP-Sil 19 CB, BPX-50, SP-2250
DB-17ms	Fármacos, glicoles, pesticidas, esteroides	Fenilo al 50%, dimetil arileno siloxano al 50%	Polaridad media	De 40 a 320/340	HP-50+, Rtx-50, VF-17ms, 007-17, SP-2250, SPB-50, BPX-50, SPB-17, AT-50
DB-200	Disolventes residuales, pesticidas, herbicidas	Trifluoropropilo al 35%, dimetilpolisiloxano al 65%	Polar	De 30 a 300/320	Rtx-200, VF-200ms
DB-210	Métodos EPA 8140 y 609	Trifluoropropilo al 50%, dimetilpolisiloxano al 50%	Polar	De 45 a 240/260	SP-2401
DB-225ms, DB-225	FAME, acetatos de alditol, esteroides neutros	Cianopropilfenilo al 50%, dimetilpolisiloxano al 50%	Polar	De 40 a 220/240	SP-2330, CP-Sil 43 CB, OV-225, Rtx-225, BP-225, 007-225
HP-INNOWax	Alcoholes, ácidos orgánicos libres, disolventes, aceites esenciales, aromas y fragancias	Polietilenglicol	Polar	De 40 a 260/270	HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, DB-WAXetr, ZB-WAX
DB-WAX	Disolventes, glicoles y alcoholes	Polietilenglicol	Polar	De 20 a 250/260	HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, Rtx-WAX, ZB-WAX, VF-WAXms
CAM	Aminas, compuestos básicos	Base de polietilenglicol modificada	Polar	De 60 a 220/240	Stabilwax-DB, Carbowax Amine
HP-FFAP, DB-FFAP	Ácidos orgánicos, alcoholes, aldehídos, cetonas y acrilatos	Ácido de polietilenglicol modificado	Polar	De 40 a 250	OV-351, SP-1000, Stabilwax-DA, 007-FFAP, Nukol
DB-23	FAME (requiere resolución cis/trans)	Cianopropilo al 50%, dimetilpolisiloxano al 50%	Polar	De 40 a 250/260	SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340, VF-23ms
Ciclosil- $\beta$	Compuestos quirales (uso general)	Heptakis al 30% (2,3-di-O-metil-6-O-t-butil dimetilsilil)-B-ciclodextrina en DB-1701	Polaridad media	De 35 a 260/280	LIPODEX C, Rt- $\beta$ DEXm, $\beta$ -DEX 110, $\beta$ -DEX 120
HP-Chiral $\beta$	Compuestos quirales (con detector selectivo de nitrógeno y detector de nitrógeno fosforoso)	Beta-ciclodextrina en fase estacionaria con base de fenilo	Polaridad media	De 30 a 240/250	LIPODEX C, Rt- $\beta$ DEXm, $\beta$ -DEX 110, $\beta$ -DEX 120

**Guía de aplicaciones de las fases estacionarias de columnas para GC**

Fase de Agilent	Aplicación	Composición	Polaridad	Intervalo de temperatura aproximado (°C)	Fases similares
<b>Fases PLOT</b>					
HP-PLOT Molesieve	Gases permanentes y nobles. Separación de argón y oxígeno a 35 °C.	Zeolita de tamiz molecular 5Å		De -60 a 300	Ninguna
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> KCl	Hidrocarburos C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> en gas natural, gas de refinería, gas combustible, gas sintético y dienos	Óxido de aluminio (KCl) desactivado	Polaridad mínima	De -60 a 200	CP-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /KCl
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> S	Hidrocarburos C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> en gas natural, gas de refinería, gas combustible, gas sintético y dienos	Óxido de aluminio ("sulfato sódico") desactivado	Polaridad media	De -60 a 200	CP-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> PLOT Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
GS-Alumina	Hidrocarburos C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> en gas natural, gas de refinería, gas combustible, gas sintético y dienos	Óxido de aluminio con desactivación propia	Polaridad máxima	De -60 a 200	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /KCl, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT
HP-PLOT Q	Hidrocarburos incluidos los isómeros, CO <sub>2</sub> , metano, aire/CO, agua, disolventes polares y compuestos de azufre	Poliestireno-divinilbenceno		De -60 a 270/290	CP PoraPLOT Q, CP PoraPLOT Q-HT, Rt-QPLOT, SupelQ PLOT, GS-Q
HP-PLOT U	Hidrocarburos C <sub>1</sub> -C <sub>7</sub> , CO <sub>2</sub> , metano, aire/CO, agua, oxigenados, aminas, disolventes, alcoholes, cetonas y aldehídos	Divinilbenceno/dimetacrilato de etilenglicol		De -60 a 190	PoraPlot U, RTU PLOT
GS-GasPro	Hidrocarburos C <sub>1</sub> -C <sub>12</sub> , CO <sub>2</sub> , azufres de nivel de trazas, gases híbridos, gases inorgánicos, halocarbonos, SF <sub>6</sub> y separación de oxígeno y nitrógeno a -80 °C	Base de sílice ligada propia		De -80 a 260/300	CP-Silica PLOT
GS-OxyPLOT	Oxigenados	Fase propia de alta selectividad		Hasta 350	CP-LowOX
GS-CarbonPLOT	Hidrocarburos C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> , CO <sub>2</sub> , aire/CO, acetileno en etileno de nivel de trazas y metano	Capa de carbono monolítica ligada		De 0 a 360	Carbopack, CLOT, Carboxen-1006 PLOT, CP-CarboPLOT P7

## Guía de aplicaciones de las fases estacionarias de columnas para GC

Fase de Agilent	Aplicación	Composición	Polaridad	Intervalo de temperatura aproximado (°C)	Fases similares
<b>Fases especiales (medioambientales)</b>					
DB-EUPAH	Hidrocarburos aromáticos policíclicos regulados por la Comisión Europea	Fase propia	Polaridad media	De 40 a 320/340	
DB-624	Contaminantes prioritarios volátiles, método EPA 502.2	Cianopropilfenilo al 6%, dimetilpolisiloxano al 94%	Polaridad media	De -20 a 260	AT-624, Rtx-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624, VF-624ms
DB-VRX	Compuestos orgánicos volátiles mediante MSD, ELCD/PID	Fase propia	No polar	De -10 a 260	VOCOL, NON-PAKD, Rtx-Volatiles, PE-Volatiles, 007-624, HP-624, CP-624, Rtx-VRX, Rtx-VGC
DB-35ms	Pesticidas CLP, herbicidas clorados, PCB, pesticidas 508.1	Fenilo al 35%, dimetil arileno siloxano al 65%	Polaridad media	De 50 a 340/360	Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
HP-5ms, DB-5, HP-5	Compuestos semivolátiles según el método EPA 8270	Fenilo al 5%, dimetilpolisiloxano al 95%	No polar	De -60 a 325/350	SPB-5, XTI-5, Mtx-5, CP-Sil 8CB, SE-54, Rtx-5, BPX-5, MDN-5, Rtx-5ms
DB-XLB (columna de confirmación)	Análisis de compuestos PCB (compuestos 209), pesticidas CLP, herbicidas clorados, PCB, pesticidas según 508.1	Fase propia	No polar	De 30 a 340/360	Rtx-XLB, MDN-12
DB-TPH	Análisis de detección de fugas para depósitos de combustible subterráneos	Fase propia	No polar	De -10 a 290	
DB-MTBE	MTBE para suelo y agua	Fase propia	No polar	De 35 a 260/280	

Solo las arandelas para liners de inyección de alta calidad no adherentes de Agilent se limpian y acondicionan previamente para eliminar la contaminación por absorción de gas. Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/o-rings](http://www.agilent.com/chem/o-rings).





**Guía de aplicaciones de las fases estacionarias de columnas para GC**

Fase de Agilent	Aplicación	Composición	Polaridad	Intervalo de temperatura aproximado (°C)	Fases similares
<b>Fases especiales (otras)</b>					
Glicerina libre/total en biodiésel ASTM D6584	Glicerina libre y total en biodiésel	Fase propia	No polar	De -60 a 400	
Glicerina libre/total en biodiésel EN14105	Glicerina libre y total en biodiésel	Fase propia	No polar	De -60 a 400	
Análisis de FAME en biodiésel EN14103	FAME en biodiésel	Fase propia	Polaridad alta	De 40 a 260/270	
Metanol residual en biodiésel EN14110	Metanol residual en biodiésel	Fase propia	Polaridad media	De 20 a 260/280	
Disolventes residuales para cromatografía de gases HP-Fast	Disolventes residuales	Cianopropilfenilo al 6%, dimetilpolisiloxano al 94%	Polaridad media	De -20 a 260	DB-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624
DB-ALC1	Análisis de alcohol en sangre	Fase propia	Polaridad media	De 20 a 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
DB-ALC2	Análisis de alcohol en sangre	Fase propia	Polaridad media	De 20 a 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
HP-Alcohol en sangre	Análisis de alcohol en sangre	Fase propia	Polaridad media	De -60 a 270/290	

**Métodos ASTM**

Designación del método	Nombre del método	Columna recomendada	Referencia
D 1945	Método estándar para el análisis de gas natural mediante cromatografía de gases	HP-PLOT MoleSieve 15 m x 0,53 mm, 50 µm	19095P-MS9
		HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm	19095P-Q03
D 1946	Método estándar para el análisis de gas reformado mediante cromatografía de gases	HP-PLOT MoleSieve 15 m x 0,53 mm, 50 µm	19095P-MS9
		HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm	19095P-Q03
D 1983	Método estándar para el análisis de la composición de ácidos grasos mediante cromatografía de gases/líquida de ésteres de metilo	DB-WAX 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-7032
D 2163	Método estándar para el análisis de gases de petróleo licuado y concentrados de propeno mediante cromatografía de gases	HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> KCl 30 m x 0,53 mm, 15 µm	19095P-K23
		HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> S 30 m x 0,53 mm, 15 µm	19095P-S23
D 2268	Método estándar para el análisis de n-heptano e isooctano de alta pureza mediante cromatografía de gases en columna capilar	DB-1 60 m x 0,25 mm, 0,50 µm	122-106E
D 2306	Método estándar para el análisis de hidrocarburos aromáticos C8 mediante cromatografía de gases	HP-INNOWax 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091N-136
D 2426	Método estándar para el análisis de dímero de butadieno y estireno en concentrados de butadieno mediante cromatografía de gases	DB-1 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
D 2427	Método estándar para la determinación de hidrocarburos de C2 a C5 en gasolina mediante cromatografía de gases	DB-1 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
		GS-Alumina 30 m x 0,53 mm,	115-3532
D 2504	Método estándar para el análisis de gases no condensables en productos de hidrocarburos C2 y más ligeros mediante cromatografía de gases	HP-PLOT MoleSieve 30 m x 0,53 mm, 50 µm	19095P-MS0

## Métodos ASTM

Designación del método	Nombre del método	Columna recomendada	Referencia
D 2505	Método estándar para el análisis de etileno, otros hidrocarburos y dióxido de carbono en etileno de alta pureza mediante cromatografía de gases	GS-GasPro 60 m x 0,32 mm,	113-4362
D 2593	Método estándar para el análisis de pureza de butadieno e impurezas de hidrocarburos mediante cromatografía de gases	GS-Alumina 30 m x 0,53 mm,	115-3532
D 2712	Método estándar para el análisis de trazas de hidrocarburo en concentrados de propileno mediante cromatografía de gases	GS-Alumina 50 m x 0,53 mm	115-3552
D 2804	Método estándar para el análisis de pureza de cetona metililica mediante cromatografía de gases	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
		DB-210 15 m x 0,53 mm, 1 µm	125-0212
D 2887	Método estándar para la determinación de la distribución del intervalo de ebullición de fracciones de petróleo mediante cromatografía de gases	DB-2887 10 m x 0,53 mm, 3 µm	125-2814
D 2887 ampliado	Método estándar para la determinación de la distribución del intervalo de ebullición de fracciones de petróleo mediante cromatografía de gases para C60	HP-1 10 m x 0,53 mm, 0,88 µm	19095Z-021
		HP-1 5 m x 0,53 mm, 0,88 µm	19095Z-020
D 3054	Método estándar para el análisis de ciclohexano mediante cromatografía de gases	DB-1 60 m x 0,32 mm, 0,50 µm	123-106E
D 3257	Método estándar para el análisis de aromáticos en alcoholes minerales mediante cromatografía de gases	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
D 3329	Método estándar para el análisis de pureza de la cetona metilisobutilica mediante cromatografía de gases	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
		DB-624 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1334
D 3432	Método estándar para el análisis de diisocianatos de tolueno sin reacción en prepolímeros de uretano y soluciones de recubrimiento mediante cromatografía de gases	HP-1MS, 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm	19091S-713
D 3447	Método estándar para el análisis de pureza de disolventes orgánicos halogenados	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
D 3545	Método estándar para la determinación del contenido de alcohol y la pureza de los ésteres de acetato mediante cromatografía de gases	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
D 3687	Método estándar para el análisis de vapores orgánicos extraídos mediante el método de adsorción con tubo de carbón activado	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
		DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
D 3695	Método estándar para el análisis de alcoholes volátiles en agua mediante cromatografía de gases de inyección acuosa directa	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
D 3710	Método estándar para la determinación de la distribución del intervalo de ebullición de gasolina y fracciones de gasolina mediante cromatografía de gases	DB-2887 10 m x 0,53 mm, 3 µm	125-2814
D 3760	Método estándar para el análisis de isopropilbenceno (cumeno) mediante cromatografía de gases	DB-WAX 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-7062
		HP-1 50 m x 0,32 mm, 0,52 µm	19091Z-115
D 3797	Método estándar para el análisis de o-xileno mediante cromatografía de gases	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 3798	Método estándar para el análisis de p-xileno mediante cromatografía de gases	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 3871	Método estándar para el análisis de compuestos orgánicos purgables en agua mediante muestreo de espacio de cabeza	DB-VRX 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1574
D 3893	Método estándar para el análisis de pureza de cetona metilamílica y cetona metilisoamílica mediante cromatografía de gases	DB-VRX 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534
D 3973	Método estándar para el análisis de hidrocarburos halogenados de peso molecular bajo en agua	DB-VRX 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534

**Métodos ASTM**

<b>Designación del método</b>	<b>Nombre del método</b>	<b>Columna recomendada</b>	<b>Referencia</b>
D 4415	Método estándar para la determinación de dímeros de ácido acrílico	DB-FFAP 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-3232
D 4424	Método estándar para el análisis de butileno mediante cromatografía de gases	HP-PLOT AI203 S 50 m x 0,53 mm, 15 µm	19095P-S25
D 4443	Método estándar para la determinación del contenido de monómero de cloruro de vinilo residual en un intervalo de ppm en homopolímeros y copolímeros de cloruro de vinilo mediante cromatografía de gases de espacio de cabeza	DB-VRX 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534
D 4735	Método estándar para la determinación de tiofeno de nivel de trazas en benceno refinado mediante cromatografía de gases	DB-FFAP 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-3232
D 4773	Método estándar para el análisis de éter monometílico de propilenglicol, éter monometílico de dipropilenglicol y acetato de éter monometílico de propilenglicol	Personalizada	100-2000
D 4864	Método estándar para la determinación de trazas de metanol en concentrados de propileno mediante cromatografía de gases	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
D 4947	Método estándar para el análisis de residuos de clordano y heptacloro en aire de espacios cerrados	DB-5 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm DB-608 30 m x 0,53 mm, 0,83 µm	125-5032 125-1730
D 4961	Método estándar para el análisis mediante cromatografía de gases de las impurezas orgánicas principales del fenol producidas por el proceso con cumeno	DB-FFAP 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm	124-3232 19095P-Q03
D 4983	Método estándar para el análisis de morfina ciclohexilamínica y dietilaminoetanol en agua y vapor condensado mediante cromatografía de gases de inyección acuosa directa	HP-5MS, 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm CAM 30 m x 0,53 mm, 1 µm	19091S-213 115-2132
D 5008	Método estándar para la determinación del contenido de pentonal etilmetílico y el valor de pureza de 2-etilhexanol mediante cromatografía de gases	HP-1 15 m x 0,53 mm, 5,00 µm HP-INNOWax 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19095Z-621 19091N-113
D 5060	Método estándar para la determinación de impurezas en etilbenceno de alta pureza mediante cromatografía de gases	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 5075	Método estándar para el análisis de nicotina en aire de espacios cerrados	DB-5 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm DB-5 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm	125-5032 123-5033
D 5134	Método estándar para el análisis detallado de naftas de petróleo en n-nonano mediante cromatografía de gases en columna capilar	HP-PONA 50 m x 0,20 mm, 0,50 µm	19091S-001
D 5135	Método estándar para el análisis de estireno mediante cromatografía de gases en columna capilar	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 5175	Método estándar para el análisis de pesticidas organohaluros y bifenilos policlorados en agua mediante microextracción y cromatografía de gases	DB-1 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm DB-608 30 m x 0,32 mm, 0,5 µm DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	123-1033 123-1730 122-1232
D 5303	Método estándar para el análisis de sulfuro de carbonilo de nivel de trazas en propileno mediante cromatografía de gases	GS-GasPro 30 m x 0,32 mm HP-PLOT Q 30 m x 0,53 mm, 40 µm	113-4332 19095P-Q04
D 5307	Método estándar para la determinación de la distribución del intervalo de ebullición del petróleo bruto mediante cromatografía de gases	HP-1 7,5 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095Z-627

## Métodos ASTM

Designación del método	Nombre del método	Columna recomendada	Referencia
D 5310	Método estándar para la determinación de la composición del ácido de alquitrán mediante cromatografía de gases en columna capilar	HP-5MS, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433
		DB-225ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-2932
D 5316	Método estándar para el análisis de 1, 2-dibromoetano y 1, 2-dibromo-3-cloropropano en agua mediante microextracción y cromatografía de gases	HP-1MS 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm	19091S-713
		DB-624 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1334
D 5317	Método estándar para la determinación de compuestos de ácidos orgánicos clorados en agua mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones	HP-5MS, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433
		DB-1701P 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-7732
		DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-1232
		DB-35ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-3832
D 5320	Método estándar para la determinación de 1, 1-tricloroetano y cloruro de metileno en tricloroetileno y tetracloroetileno estabilizados	DB-1 30 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-1034
		DB-VRX 30 m x 0,32 mm, 1,80 µm	123-1534
D 5399	Método estándar para la determinación de la distribución del punto de ebullición de disolventes de hidrocarburos mediante cromatografía de gases	DB-2887 30 m x 0,32 mm, 1,80 µm	125-2814
D 5441	Método estándar para el análisis de éter metiliterbutílico (MTBD) mediante cromatografía de gases	HP-PONA 50 m x 0,20 mm, 0,50 µm	19091S-001
		DB-Petro 100 m x 0,25 mm, 0,5 µm	122-10A6
D 5442	Método estándar para el análisis de ceras de petróleo mediante cromatografía de gases	DB-1 25 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-1022
		DB-5 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-5012
D 5475	Método estándar para el análisis de pesticidas con contenido de nitrógeno y fósforo en agua mediante cromatografía de gases con un detector de nitrógeno fosforoso	HP-5MS, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433
		DB-1701P 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-7732
		DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-1232
		DB-35ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-3832
D 5480	Método estándar para el análisis de la volatilidad del aceite de motores mediante cromatografía de gases	DB-PS1 15 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1011
D 5501	Método estándar para la determinación del contenido de etanol en etanol de combustible desnaturalizado mediante cromatografía de gases	HP-1 100 m x 0,25 mm, 0,50 µm	19091Z-530
D 5507	Método estándar para la determinación de impurezas orgánicas de nivel de trazas en cloruro de vinilo monomérico mediante cromatografía de gases en columna capilar o multidimensional	HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm	19095P-Q03
		HP-PLOT U 30 m x 0,53 mm, 20 µm	19095P-U04
D 5508	Método estándar para la determinación del monómero de acetonitrilo residual en resinas de copolímero de estireno-acrilonitrilo y caucho de nitrilo-butadieno mediante columna capilar de espacio de cabeza para cromatografía de gases	HP-PLOT Q 30 m x 0,53 mm, 40 µm	19095P-Q04
D 5580	Método estándar para la determinación de benceno, tolueno, etilbenceno, p/m-xileno, C9 y aromáticos pesados y totales en gasolina acabada mediante cromatografía de gases	DB-1 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
D 5599	Método estándar para la determinación de oxigenados en gasolina mediante cromatografía de gases y detección de ionización de llama selectiva de oxígeno	DB-5 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-5032
D 5623	Método estándar para el análisis de compuestos de azufre en petróleo líquido ligero mediante cromatografía de gases y detección selectiva de azufre	HP-1 30 m x 0,32 mm, 4,00 µm	19091Z-613
D 5713	Método estándar para el análisis de benceno de alta pureza para alimentación con ciclohexano mediante cromatografía de gases en columna capilar	DB-Petro 50 m x 0,20 mm, 0,5 µm	128-1056

**Métodos ASTM**

<b>Designación del método</b>	<b>Nombre del método</b>	<b>Columna recomendada</b>	<b>Referencia</b>
D 5739	Método estándar para la identificación del origen de los derrames de aceite mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas de baja resolución con impacto de electrones ión positivo	DB-5 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-5032
		DB-TPH 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-1632
D 5769	Método estándar para la determinación de benceno, tolueno y aromáticos totales en gasolina acabada mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas	HP-1 60 m x 0,25 mm, 1,00 µm	19091Z-236
D 5790	Método estándar para la medición de compuestos orgánicos purgables en agua mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas en columna capilar	DB-VRX 60 m x 0,25 mm, 1,40 µm	122-1564
		DB-VRX 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm	121-1524
		DB-624 60 m x 0,25 mm, 1,4 µm	122-1364
		DB-624 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm	121-1324
D 5812	Método estándar para la determinación de pesticidas organoclorados en agua mediante cromatografía de gases en columna capilar	HP-5MS, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433
		DB-1701P 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-7732
		DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-1232
		DB-35ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-3832
D 5917	Método estándar para el análisis de impurezas de nivel de trazas en hidrocarburos aromáticos monocíclicos mediante cromatografía de gases y calibración externa	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091N-116
D 5974	Método estándar para el análisis de ácidos grasos y de trementina en productos de fracciones de aceite de resina mediante cromatografía de gases en columna capilar	DB-23 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-2362
D 5986	Método estándar para la determinación de oxigenados, benceno, tolueno, aromas C8-C12 y aromáticos totales en gasolina acabada mediante cromatografía de gases y FTIR	HP-1 60 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095Z-626
D 6144	Método estándar para el análisis de impurezas de nivel de trazas en alfa-metilestireno mediante cromatografía de gases en columna capilar	HP-1 60 m x 0,25 mm, 1,00 µm	19091Z-236
D 6159	Método estándar para la determinación de impurezas de hidrocarburos en etileno mediante cromatografía de gases	HP-PLOT Al2O3 "KCl" 50 m x 0,53 mm, 15 µm	19095P-K25
		GS-Alumina 50 m x 0,53 mm	115-3552
		DB-1 50 m x 0,53 mm	125-1035
D 6160	Método estándar para la determinación de PCB es materiales de desecho mediante cromatografía de gases	HP-5MS, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091S-413
		DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-1232
D 6352	Método estándar para la determinación de la distribución del punto de ebullición de destilados de petróleo en un intervalo de ebullición de 174 a 700 mediante cromatografía de gases	DB-HT SimDis 5 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1001
D 6417	Método estándar para la determinación de la volatilidad del aceite de motores mediante cromatografía de gases en columna capilar	DB-HT SimDis 5 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1001
D 2360	Método estándar para el análisis de impurezas de nivel de trazas en hidrocarburos aromáticos monocíclicos mediante cromatografía de gases	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091N-116
E 1616	Método estándar para el análisis de anhídrido acético mediante cromatografía de gases	HP-1 50 m x 0,32 mm, 0,52 µm	19091Z-115
E 1863	Método estándar para el análisis de acetonitrilo mediante cromatografía de gases	DB-WAXetr 60 m x 0,32 mm, 1,00 µm	123-7364
E 202	Método estándar para el análisis de etilenglicol y propilenglicol	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
E 475	Método estándar para el análisis de peróxido dterbutílico mediante cromatografía de gases	HP-5 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095J-623

## Métodos EPA/medioambientales

Hay muchas combinaciones posibles de columnas e instrumentos para llevar a cabo análisis EPA y medioambientales satisfactorios. A continuación, se enumeran algunas de las columnas que Agilent recomienda para estos análisis. Las recomendaciones que siguen se basan en GC equipados con inyector split/splitless (excepto para los métodos de volátiles). Otras configuraciones de columna pueden ser apropiadas con diferentes configuraciones instrumentales. Para adaptar su sistema analítico a sus necesidades particulares, póngase en contacto con su oficina local de Agilent, donde le recomendarán la columna más adecuada.

### Métodos EPA/medioambientales

Tipo de analito	Referencia de método EPA	Preparación común de muestras	Tipos de detector	Matriz de la muestra	Columna de Agilent recomendada
<b>Volátiles</b>					
Trihalometanos	501	Purga y trampa, inyección directa, espacio de cabeza	ELCD, ECD	Aguas potables	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534
					DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
Componentes orgánicos volátiles (VOC)	502.2, 8021, CLP-Volátiles	Purga y trampa, inyección directa, espacio de cabeza	PID, ELCD	Aguas potables, aguas residuales, residuos sólidos	DB-VRX, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1574
					DB-624, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1374
Orgánicos halogenados purgables	601, 8010	Purga y trampa, espacio de cabeza para barrido	PID, ELCD	Aguas residuales, residuos sólidos	DB-VRX, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1574
					DB-624, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1374
Orgánicos aromáticos purgables	503.1, 602, 8020	Purga y trampa, espacio de cabeza para barrido	PID	Aguas potables, aguas residuales, residuos sólidos	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534
					DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
Componentes orgánicos volátiles (VOC) utilizando MSD	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	Purga y trampa, inyección directa, espacio de cabeza	MSD	Aguas potables, aguas residuales, residuos sólidos	DB-VRX, 60 m x 0,25 mm, 1,40 µm, 122-1564
					DB-624, 60 m x 0,25 mm, 1,4 µm, 122-1364
					HP-VOC, 60 m x 0,20 mm, 1,10 µm, 19091R-306
Componentes orgánicos volátiles (VOC) utilizando el MSD 5973	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	Purga y trampa, inyección directa, espacio de cabeza	MSD (5973)	Aguas potables, aguas residuales, residuos sólidos	DB-VRX, 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm, 121-1524
					DB-624, 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm, 121-1324
EDB y DBCP	504.1, 8011	Microextracción con hexano	ECD	Aguas potables, residuos sólidos	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534
					DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
Acrolonitrilo y acroleína	603, 8015, 8031	Purga y trampa, extracción líquida, ultrasonidos	FID, NPD	Aguas residuales, residuos sólidos	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534
					DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
<b>Semivolátiles</b>					
Compuestos orgánicos semivolátiles	525, 625, 8270	Extracción líquida, ultrasonidos, extracción soxhlet, SPE	MSD	Aguas potables, aguas residuales, residuos sólidos	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,50 µm, 19091S-133
Fenoles	528, 604, 8040, 8041	Extracción líquida, ultrasonidos, extracción soxhlet, derivación	ECD, FID	Aguas residuales, residuos sólidos	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532
					DB-XLB, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-1232
					DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532
					DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837
Ésteres ftalatos	506, 606, 8060, 8061	Extracción líquida, ultrasonidos, extracción soxhlet, SPE	ECD, FID	Aguas potables, aguas residuales, residuos sólidos	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532
					DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532
					DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837

**Métodos EPA/medioambientales**

Tipo de analito	Referencia de método EPA	Preparación común de muestras	Tipos de detector	Matriz de la muestra	Columna de Agilent recomendada
<b>Semivolátiles</b>					
Bencidinas	605	Extracción líquida	ECD	Aguas residuales	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532 DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837
Nitrosaminas	607, 8070	Extracción líquida, ultrasonidos, extracción soxhlet, SPE	NPD	Aguas residuales, residuos sólidos	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532
Nitroaromáticos e isoforona	609, 8090	Extracción líquida, ultrasonidos, extracción soxhlet, SPE	ECD, FID	Aguas residuales, residuos sólidos	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,50 µm, 19091S-133 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532 DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837
Hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAHs)	610, 8100	Extracción líquida, ultrasonidos, extracción soxhlet, SPE	FID	Aguas residuales, residuos sólidos	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-5532 DB-1ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-0132
Hidrocarburos clorados	612, 8120, 8121	Extracción líquida, ultrasonidos, extracción soxhlet, SPE	ECD	Aguas residuales, residuos sólidos	DB-5ms, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-5536 HP-5ms, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 19091S-113 DB-1, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-103E
Derivados de desinfección clorados	551, 551.1A	Extracción líquida, derivación	ECD	Aguas potables	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 1,00 µm, 122-5533 DB-1, 30 m x 0,25 mm, 1,00 µm, 122-1033
Ácidos acéticos halogenados	552, 552.1, 552.2	Extracción líquida, derivación	ECD	Aguas potables	DB-35ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-1236
<b>Pesticidas, herbicidas y PCB</b>					
Pesticidas y PCB organoclorados	508.1, 608, 8081A, 8082, CLP-Pesticidas	Extracción líquida, derivación	ECD	Aguas potables	DB-35ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-1236
Herbicidas fenoxiácidos	515, 615, 8150, 8151	Extracción líquida, derivación	ECD	Aguas potables	DB-35ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-1236
Pesticidas y herbicidas que contienen N y P	507, 614, 619, 622, 8140, 8141A	Extracción líquida, derivación	NPD, ELCD, FPD	Aguas potables	DB-35ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-3832 DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532
Familia de los PBC usando MSD		Extracción líquida, derivación	MSD		DB-XLB, 30 m x 0,18 mm, 0,18 µm, 121-1232 DB-XLB, 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-1262

### Farmacopea de los Estados Unidos (USP), Fases de GC

USP	Composición de la fase	Fase Agilent recomendada
G1	Aceite dimetilpolisiloxano	HP-1*, DB-1*, HP-1ms*, DB-1ms*
G2	Goma dimetilpolisiloxano	HP-1*, DB-1*, HP-1ms*, DB-1ms*
G3	50% fenil - 50% metilpolisiloxano	DB-17*, HP-50+*
G5	3-cianopropil polisiloxano	DB-23
G6	Trifluoropropilmetilpolisilicona	DB-200, DB-210
G7	50% 3-cianopropil - 50% fenilmetilsilicona	DB-225, DB-225ms
G14	Polietilenglicol (peso molecular medio de 950-1.050)	DB-WAX
G15	Polietilenglicol (peso molecular medio de 3.000-3.700)	DB-WAX
G16	Polietilenglicol (peso molecular medio de 15.000)	DB-WAX*
G17	75% fenil - 25% metilpolisiloxano	DB-17, HP-50+
G19	25% fenil - 25% cianopropilmetilsilicona	DB-225*, DB-225ms
G20	Polietilenglicol (peso molecular medio de 380-420)	DB-WAX
G25	Polietilenglicol TPA (Carbowax ácido tereftálico 20M)	DB-FFAP*, HP-FFAP*
G27	5% fenil - 95% metilpolisiloxano	DB-5*, HP-5*, HP-5ms*, DB-5ms
G28	25% fenil - 75% metilpolisiloxano	DB-35, HP-35, DB-35ms
G32	20% fenilmetil - 80% dimetilpolisiloxano	DB-35, HP-35, DB-35ms
G35	Polietilenglicol y diepóxido esterificado con ácido nitroterftálico	DB-FFAP*, HP-FFAP*
G36	1% vinilo - 5% fenilmetilpolisiloxano	DB-5, HP-5, HP-5ms, DB-5ms
G38	Fase G1 más un inhibidor de las colas	DB-1, HP-1, HP-1ms, DB-1ms
G39	Polietilenglicol (peso molecular medio de 1500)	DB-WAX
G41	Fenilmetildimetilsilicona (10% fenil sustituida)	DB-5, HP-5, HP-5ms, DB-5ms
G42	35% fenil - 65% dimetilvinilsiloxano	DB-35*, HP-35*, DB-35ms
G43	6% cianopropilfenil - 94% dimetilpolisiloxano	DB-624*, DB-1301
G45	Divinilbenceno-etilenglicol dimetacrilato	HP-PLOT U*
G46	14% cianopropilfenil - 86% metilpolisiloxano	DB-1701*

\*Indica un equivalente exacto



## Aplicaciones para cromatografía de gases

### Aplicaciones específicas del sector de uno de los principales proveedores de productos para cromatografía

Con más de 40 años de experiencia en cromatografía, Agilent es uno de los proveedores más importantes para todos los tipos de aplicaciones. De hecho, desarrollamos productos nuevos a diario.

Consulte las páginas siguientes para obtener información acerca de las últimas aplicaciones para su área de especialización.

**Medio ambiente:** aprenderá a realizar análisis críticos, como la medición de los niveles atmosféricos de halocarbonos y la identificación de pesticidas organoclorados en muestras de suelo, a la vez que aumenta la velocidad y exactitud de los procesos. *Consulte la página 40.*

**Procesamiento de hidrocarburos:** aquí encontrará aplicaciones, como el análisis de compuestos de azufre en propileno, que puede usar de inmediato para cumplir los requisitos de la normativa aplicable, aumentar la eficiencia y tomar las medidas de protección medioambiental adecuadas. *Consulte la página 58.*

**Alimentos, aromas y fragancias:** analizaremos como garantizar la calidad, la seguridad y el cumplimiento de la normativa aplicable en el caso de las fragancias, los perfumes y los aceites esenciales. Las aplicaciones se centran en los compuestos quirales, el mentol y los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME). *Consulte la página 61.*

**Productos químicos industriales:** le ayudamos a mantener la calidad de los productos y a aumentar la producción mediante las últimas aplicaciones para alcoholes, hidrocarburos halogenados, disolventes aromáticos, fenoles y gases inorgánicos. *Consulte la página 67.*

**Biociencia:** le proporcionamos los métodos de identificación sistemática más recientes y totalmente actualizados para sustancias controladas, como las anfetaminas, los narcóticos y el alcohol. Además, revisaremos las últimas técnicas para el control de los disolventes residuales. *Consulte la página 71.*



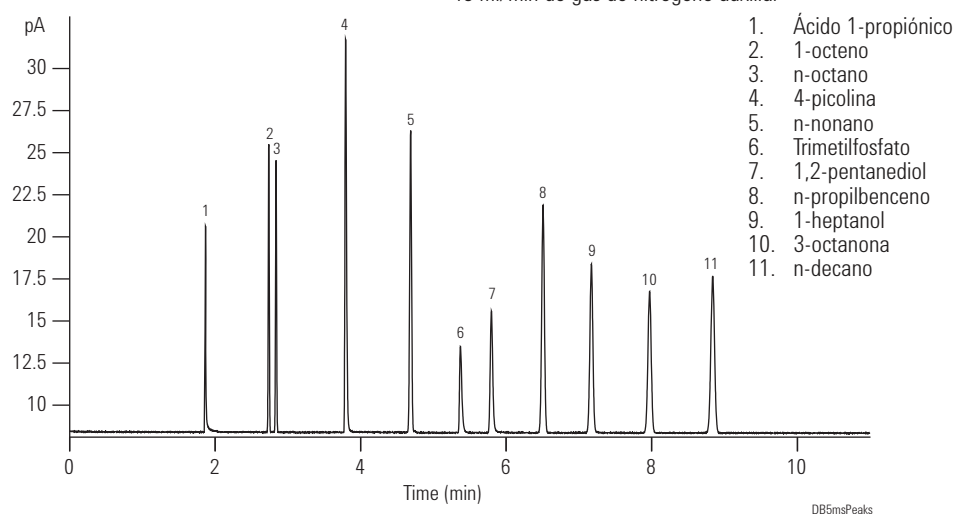
## Conjunto de pruebas con sonda ultrainerte de Agilent

**Columna:** DB-5MS Ultra Inert  
122-5532UI  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Portador: Hidrógeno, presión constante, 38 cm/s  
Horno: 65°C, temperatura isotérmica  
Muestreador: Agilent 7683B, jeringa de 0,5 µl (número de referencia de Agilent 5188-5246), inyección split de 0,02 µl

Inyección: Split/splitless, 250 °C, 1,4 ml/min, flujo de columna split de 900 ml/min, flujo del economizador de gas de 75 ml/min a 2,0 min  
Detector: Detector de ionización de llama a 325 °C, 450 ml/min de aire, 40 ml/min de hidrógeno, 45 ml/min de gas de nitrógeno auxiliar

Una columna DB-5ms Ultra Inert desactivada correctamente presenta formas de picos simétricas y un aumento de la altura de los picos, lo que permite la integración y detección exactas de los analitos de trazas.



## Mezcla corta método EPA U.S. 8270

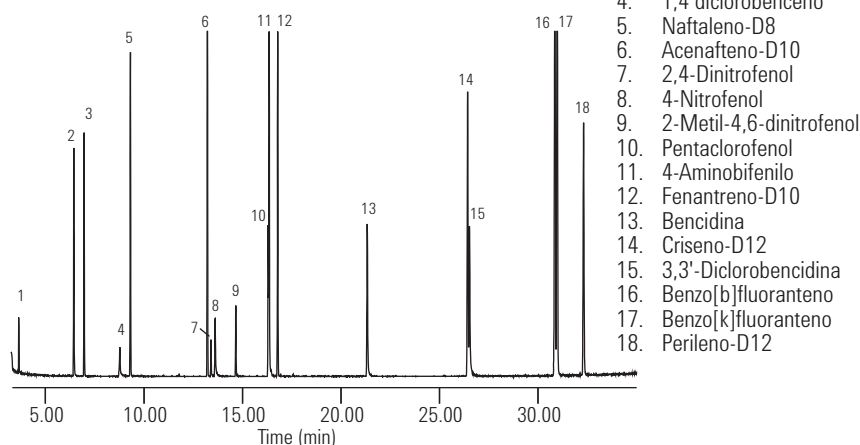
**Columna:** DB-5MS Ultra Inert  
122-5532UI  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Portador: Helio, flujo constante de 30 cm/s  
Horno: De 40 °C (1 min) a 100 °C (15 °C/min), de 10 °C a 210 °C (1 min), 5 °C/min. a 310 °C (8 min)  
Inyección: Split/splitless; 260 °C, 53,7 ml/min. flujo total, flujo de purga 50 ml/min. a 0,5 min., flujo de ahorro de gas 80 ml/min. a 3,0 min.  
Detector: Origen MSD a 300 °C, cuadrupolo a 180 °C, línea de transferencia a 290 °C, barrido completo 50-550 m/z  
Muestra: 1,0 µl de inyección splitless, 5 ng cada componente on column

### Consumibles sugeridos

Liner: Conexión directa, doble punta, desactivado, 4 mm d.i., G1544-80700

Jeringa: Jeringa para inyector automático, 0,5 µl, c 23, cónica, 5188-5246



Los análisis de semivolátiles mediante métodos similares al método EPA US 8270 están obteniendo cada vez mayor importancia en los laboratorios medioambientales de todo el mundo. Los compuestos ácidos como, por ejemplo, el ácido benzoico o el 2,4-Dinitrofenol, junto con las bases fuertes como la piridina o bencidina, son ejemplos de especies activas que se encuentran en el conjunto de muestras semivolátiles. Esta columna DB-5ms Ultra inert demuestra un excelente comportamiento inerte para estos analitos difíciles.

**Método EPA US 551.1**

**Columna A:** HP-1ms Ultra Inert  
19091S-733UI  
30 m x 0,25 mm, 1,00 µm

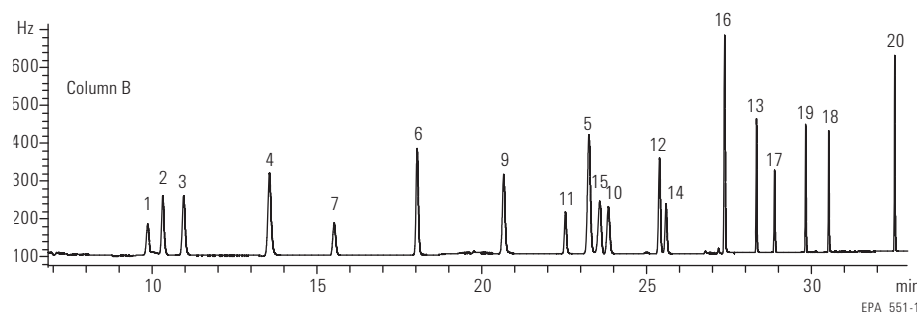
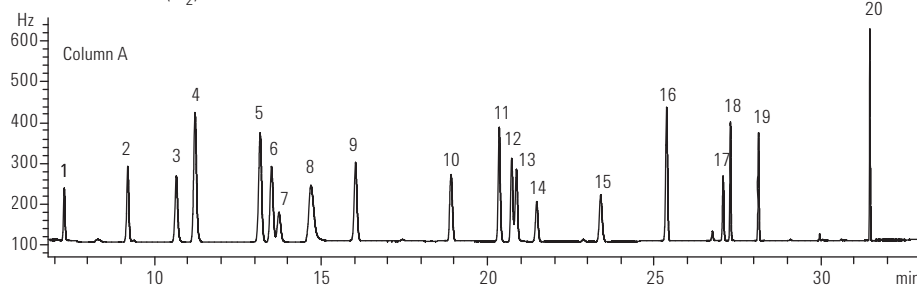
**Columna B:** DB-1301  
122-1333  
30 m x 0,25 mm, 1,00 µm

Portador: Agilent 7890A GC  
Muestreador: Agilent 7683B, jeringa de 5,0 µl (n.º de referencia de Agilent 5181-1273), inyección splitless de 0,5 µl  
Portador: Flujo de constante de helio de 25 cm/s  
Inyector: Splitless, 200 °C, flujo de purga de 20 ml/min a 0,25 min  
Portador: Tubo de sílice fundida desactivado de alta temperatura de 1 m, 0,32 mm (d.i.) (n.º de referencia de Agilent 160-2855-5)  
Horno: De 33 °C (14 min) a 60 °C (5 °C/min), retención de 5 min, de 15 °C/min a 275 °C, retención de 20 min  
Detector: µECD G2397A dual, 300 °C, col. const. + auxiliar (N<sub>2</sub>) = 30 ml/min

**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Conexión directa, doble punta, desactivado, 4 mm d.i., G1544-80700  
Jeringa: Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

1. Cloroformo
2. 1,1,1-tricloroetano
3. Tetracloruro de carbono
4. Tricloroacetnitrilo
5. Dicloroacetnitrilo
6. Bromodiclorometano
7. Tricloroetileno
8. Hidrato cloral
9. 1,1-dicloro-2-propanona
10. 1,1,2-tricloroetano
11. Cloropicrina
12. Dibromoclorometano
13. Bromocloroacetnitrilo
14. 1,2-dibromoetano
15. Tetracloroetileno
16. 1,1,1-tricloro-2-propanona
17. Bromoformo
18. Dibromoacetnitrilo
19. 1,2,3-tricloropropano
20. 1,2-dibromo-3-cloropropano



Esta aplicación demuestra la utilidad de la columna HP-1ms Ultra Inert para el análisis principal de disolventes clorados, trihalometanos y productos residuales de desinfección según EPA 551.1. La excelente forma de los picos del hidrato cloral y la resolución entre el bromodiclorometano y el tricloroetileno demuestran la inercia de la columna HP-1ms Ultra Inert, por lo que resulta ideal para los análisis según el método EPA 551.1.

## Análisis de 15+1 compuestos PAH según la normativa de la UE

**Columna:** DB-EUPAH  
121-9627

20 m x 0,18 mm, 0,14 µm

Portador: Agilent 6890N/5975B MSD

Muestreador: Agilent 7683B, jeringa de 5,0 µl (n.º de referencia de Agilent 5181-1273), inyección splitless de 0,5 µl, velocidad de inyección de 75 µl/min

Portador: Helio, flujo de rampa de 1,0 ml/min (0,2 min), 5 ml/min 2 a 1,7 ml/min

Inyector: 325 °C, splitless, flujo de purga de 60 ml/min a 0,8 min  
Horno: De 45 °C (0,8 min) a 200 °C (45 °C/min), de 2,5 °C/min a 225 °C, de 3 °C/min a 266 °C, de 5 °C/min a 300 °C, de 10 °C/min a 320 °C (4,5 min)

Detector: Fuente MSD a 300 °C, cuadrupolo a 180 °C, línea de transferencia a 330 °C, intervalo de barrido de 50-550 unidades de masa atómica

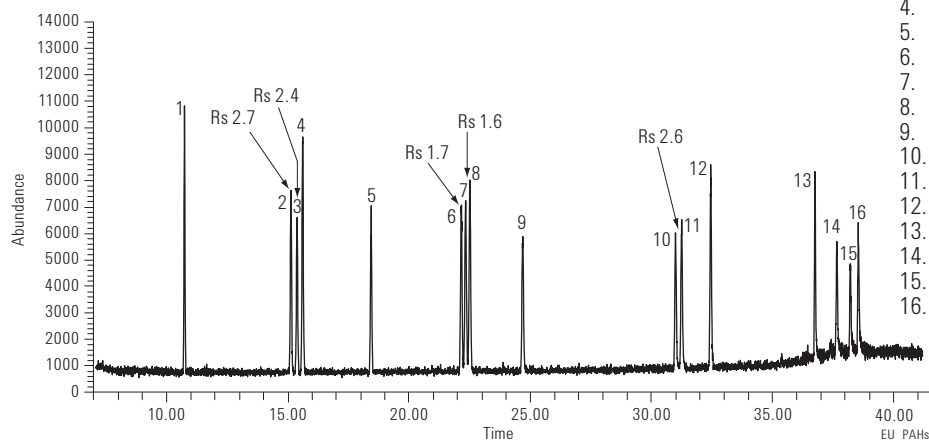
### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

Liner: Conexión directa, doble punta, desactivado, 4 mm d.i., G1544-80700

Jeringa: Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

### Resolución de pares críticos en la columna Agilent J&W DB-EUPAH



1. Benzo[c]fluoreno
2. Benz[a]antraceno
3. Ciclopenta[c,d]pireno
4. Criseno
5. 5-metilcriseno
6. Benzo[b]fluoranteno
7. Benzo[k]fluoranteno
8. Benzo[j]fluoranteno
9. Benzo[a]pireno
10. Indeno[1,2,3-cd]pireno
11. Dibenzo[a,h]antraceno
12. Benzo[g,h,i]perileno
13. Dibenzo[a,l]pireno
14. Dibenzo[a,e]pireno
15. Dibenzo[a,i]pireno
16. Dibenzo[a,h]pireno

Los 15+1 compuestos PAH regulados por la UE se resolvieron correctamente en la columna DB-EUPAH. Se estableció la resolución de referencia de los complejos isómeros de benzo(b,k,j) fluoranteno, lo que permite una cuantificación exacta de cada isómero. Además, se estableció la resolución de referencia para los pares críticos benz[a]antraceno y ciclopenta[c,d]pireno, ciclopenta[c,d]pireno y criseno e indeno[1,2,3-cd]pireno y dibenz[a,h]antraceno. Esta aplicación demuestra que la columna DB-EUPAH puede proporcionar una sensibilidad y selectividad excelentes para el análisis de los compuestos PAH regulados por la UE.

**Análisis de pesticidas según CLP**

Análisis de pesticidas según CLP (programa de laboratorios contratados) en columnas para cromatografía de gases de alta eficiencia (diámetro interno de 0,18 mm). En este ejemplo, el análisis de 22 pesticidas según CLP se realizó en 16 minutos mediante el método original, mientras que el método mejorado se completó en tan solo 7 minutos. Esto supone un aumento del 56% de la velocidad de análisis de la muestra.

**Columna:** DB-XLB  
121-1222  
20 m x 0,18 mm, 0,18 µm

**Portador:** H<sub>2</sub>, flujo constante,  
77,3 cm/s a 120 °C

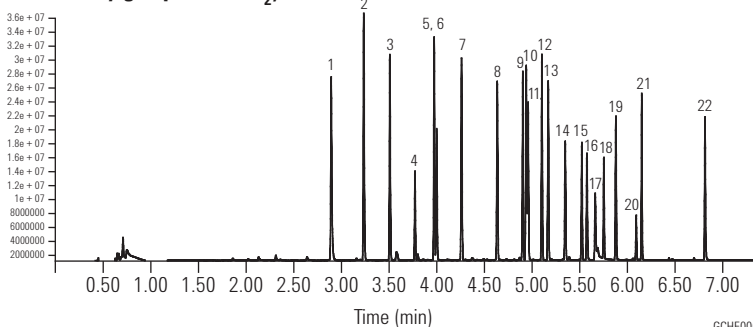
**Horno:** 120 °C para 0,49 min  
De 120 °C a 160 °C a 59,4 °C/min  
De 160 °C a 260 °C a 23,7 °C/min  
De 260 °C a 300 °C (1,69 min) a  
35,6 °C/min

**Inyección:** Splitless pulsado, 220 °C  
Presión de y tiempo de pulsación:  
35 psi para 0,5 min, rampa  
de flujo a 6,25 ml/min de 99 ml/min  
y de 2 a 3 ml/min  
Liner de diámetro interno de 2 mm

**Detector:** µ-ECD, 320 °C  
Gas auxiliar Ar/CH<sub>4</sub> (P5) a 60 ml/min

**Muestra:** 0,5 µl, 50 ppb

**Método más rápido (con una columna para cromatografía de gases de alta eficiencia y gas portador H<sub>2</sub>)**



- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. TCMX                  | 12. 4,4' DDE               |
| 2. BHC alfa              | 13. Dieldrina              |
| 3. BHC gamma             | 14. Endrina                |
| 4. BHC beta              | 15. 4,4' DDD               |
| 5. BHC delta             | 16. Endosulfano II         |
| 6. Heptacloro            | 17. 4,4' DDT               |
| 7. Aldrina               | 18. Aldehído de endrina    |
| 8. Epóxido de heptacloro | 19. Sulfato de endosulfano |
| 9. Clordano gamma        | 20. Metoxicloro            |
| 10. Clordano alfa        | 21. Cetona de endrina      |
| 11. Endosulfano I        | 22. DCB                    |

**Columna:** DB-XLB  
123-1232  
30 m x 0,32 mm, 0,25 µm

**Portador:** He, flujo constante, 38 cm/s a 120 °C

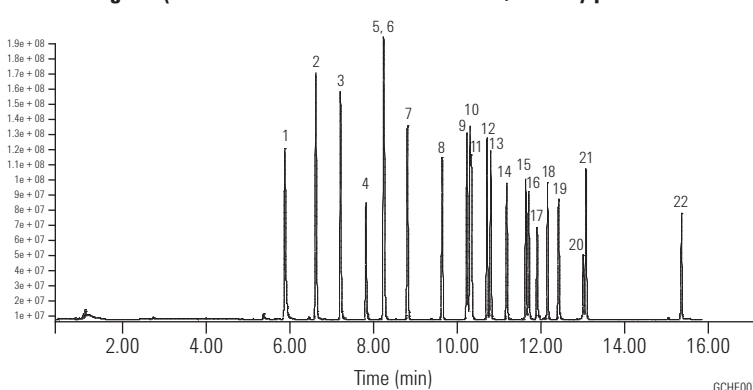
**Horno:** 120°C durante 1,17 min  
120°C a 160°C a 25 °C/min  
160°C a 260°C a 10 °C/min  
260°C a 300°C (4 min) a 15 °C/min

**Inyección:** Splitless impulsado, 220  
Presión de impulso y tiempo: 35 psi  
para 1,15 min

**Detector:** µ-ECD, 320°C  
Gas auxiliar, Ar/CH<sub>4</sub> (P5) a 60 ml/min

**Muestra:** 2 µl, 50 ppb

**Método original (utilizando una columna con d.i. de 0,32 mm y portador de helio)**



## Análisis de compuestos semivolátiles

La conversión del método de columna de diámetro interno de 0,25 mm a un diámetro interno de 0,18 mm tiene como resultado una reducción del 32% del tiempo de análisis. Además, se mantiene una resolución de 77 picos de interés para esta separación más rápida con diámetro interno 0,18 mm.

**Columna A:** DB-5.625  
122-5632  
30 m x 0,25 mm, 0,50  $\mu\text{m}$

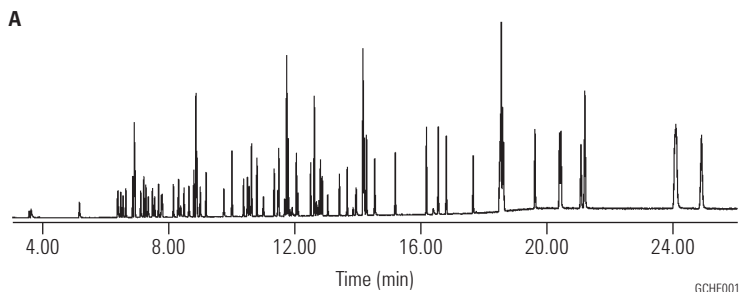
**Columna B:** DB-5.625  
121-5622  
20 m x 0,18 mm, 0,36  $\mu\text{m}$

Portador: Flujo constante de helio de 1,1 ml/min

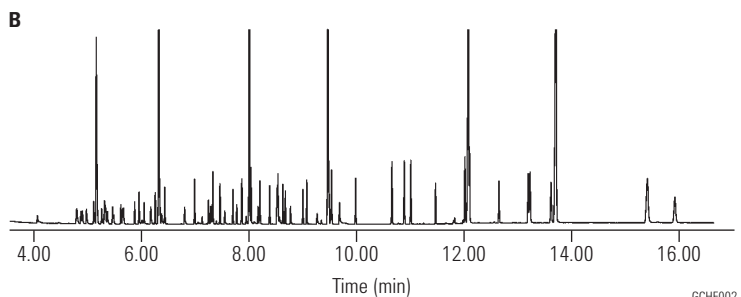
Horno: 40 °C (1 min), de 25 °C/min a 320 °C  
Retención de 4,80 min

Inyección: Splitless, 0,5  $\mu\text{l}$  inyectados a 300 °C,  
presión del dispositivo de conmutación  
QuickSwap de 5,0 psi durante la  
adquisición, 80,0 psi durante el retroflujo  
e inyector establecido en 1,0 psi durante  
el retroflujo

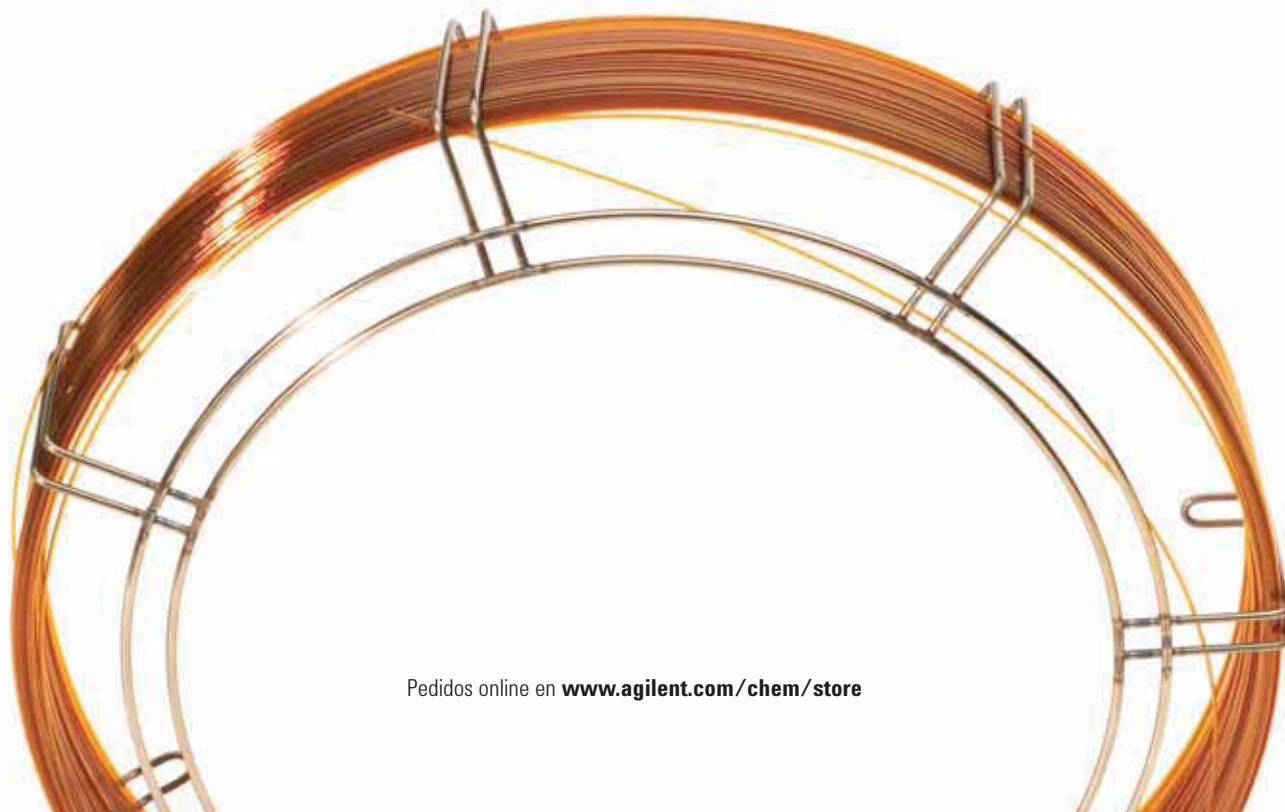
Detector: Agilent 5975C Performance Turbo MSD  
equipado con lente de descarga de gran  
abertura de 6 mm (número de referencia  
G2589-20045)



Método EPA U.S. 8270, 5 ng/ml, cromatograma de compuestos para la comprobación del rendimiento del sistema mediante DB-5.625, 30 m x 0,25 mm, 0,5  $\mu\text{m}$



Método EPA U.S. 8270, 5 ng/ml, cromatograma de compuestos para la comprobación del rendimiento del sistema mediante DB-5.625, 20 m x 0,18 mm, 0,36  $\mu\text{m}$



**Pesticidas organoclorados I Método EPA 8081A**

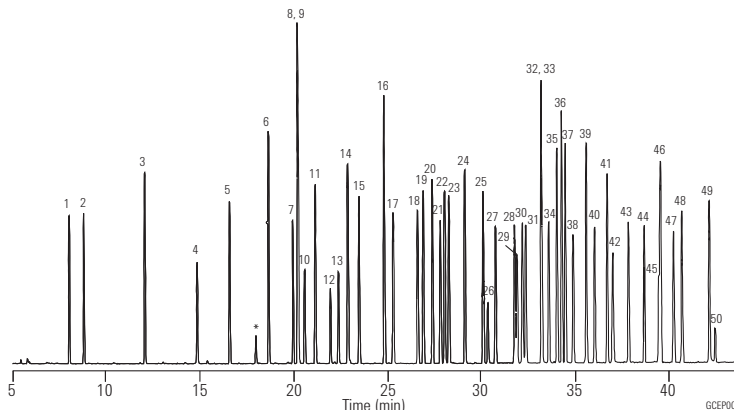
**Columna:** DB-35ms  
122-3832  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

**Portador:** Helio a 35 cm/s, medido a 50 °C  
**Horno:** 50 °C durante 1 min  
50-100 °C a 25 °C/min  
100-300 °C a 5 °C/min  
300 °C durante 5 min

**Inyección:** Splitless, 250 °C  
Tiempo de activación de la purga: 30 s

**Detector:** MSD, 300 °C en la línea de transferencia  
Barrido completo a m/z 50-500

**Muestra:** Mezcla de patrones 8081A de  
1 µl de 35 µg/ml, Accustandard Inc.



- |   |                    |                       |                        |                           |
|---|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| 1. 1,2-Dibromo-3-cloropropano           | 17. γ-BHC          | 26. Kelthane          | 35. Clorobencilato     | 44. Dibutylclorodato (SS) |
| 2. 4-Cloro-3-nitrobenzotrifluoride (SS) | 18. β-BHC          | 27. Heptachlorépoxyde | 36. Pertano            | 45. Captafol              |
| 3. Hexachloropentadiène                 | 19. Heptachlore    | 28. γ-Clordano        | 37. Cloropropilato     | 46. Metoxiclora           |
| 4. 1-Bromo-2-nitrobenzene (IS)          | 20. Alachlore      | 29. trans-Nonacloro   | 38. Endrin             | 47. Endrin quetona        |
| 5. Terrazole                            | 21. δ-BHC          | 30. α-Clordano        | 39. p,p'-DDD           | 48. Mirex                 |
| 6. Chloroneb                            | 22. Chlorothalonil | 31. Endosulfan I      | 40. Endosulfan II      | 49. cis-Permetrin         |
| 7. Trifluraline                         | 23. Aldrine        | 32. Captan            | 41. p,p'-DDT           | 50. trans-Permetrin       |
| 8. 2-Bromobifenil (SS)                  | 24. Dacthal        | 33. p,p'-DDE          | 42. Endrin aldeido     |                           |
| 9. Tétrachloro-m-xylène (SS)            | 25. Isodrine       | 34. Dieldrin          | 43. Endosulfan sulfato |                           |
| 10. α,α-dibromo-m-xylène                |                    |                       |                        |                           |
| 11. Propachlore                         |                    |                       |                        |                           |
| 12. Diallate A                          |                    |                       |                        |                           |
| 13. Diallate B                          |                    |                       |                        |                           |
| 14. Hexachlorobenzène                   |                    |                       |                        |                           |
| 15. α-BHC                               |                    |                       |                        |                           |
| 16. Pentachloronitrobenzène (IS)        |                    |                       |                        |                           |

Los patrones utilizados fueron una mezcla de soluciones individuales suministrados por cortesía de Accustandard Inc., 25 Science Park, New Haven, CT 06511, 800-442-5290.



**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Splitless, una punta, desactivado, 4 mm d.i., 5181-3316  
Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

\* Productos desglosados  
SS - Estándar Sucedaneo  
IS - Estándar Interno

**Pesticidas organoclorados II Método EPA 8081A**

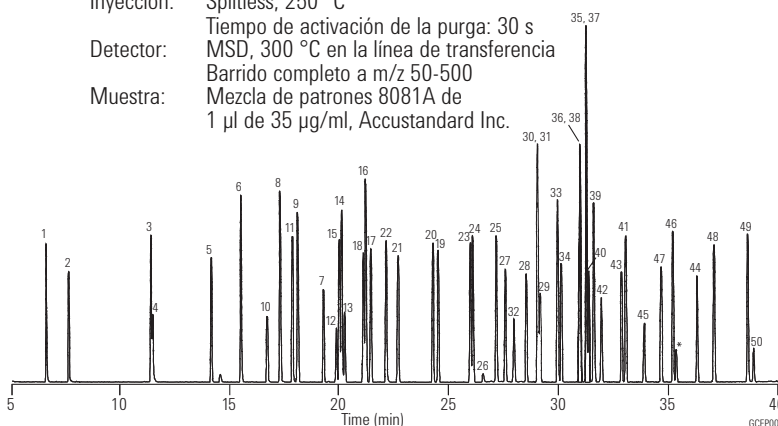
**Columna:** DB-5ms  
122-5532  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

**Portador:** Helio a 35 cm/s, medido a 50 °C  
**Horno:** 50 °C durante 1 min  
50-100 °C a 25 °C/min  
100-300 °C a 5 °C/min  
300 °C durante 5 min

**Inyección:** Splitless, 250 °C  
Tiempo de activación de la purga: 30 s

**Detector:** MSD, 300 °C en la línea de transferencia  
Barrido completo a m/z 50-500

**Muestra:** Mezcla de patrones 8081A de  
1 µl de 35 µg/ml, Accustandard Inc.



- |   |                         |                     |                        |                           |
|---|-------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------|
| 1. 1,2-Dibromo-3-cloropropano           | 20. Alachlore           | 28. γ-Clordano      | 36. Pertano            | 44. Dibutylclorodato (SS) |
| 2. 4-Cloro-3-nitrobenzotrifluoride (SS) | 21. δ-BHC               | 29. trans-Nonacloro | 37. Cloropropilato     | 45. Captafol              |
| 3. Hexachloropentadieno                 | 22. Chlorothalonil      | 30. α-Clordano      | 38. Endrin             | 46. Metoxiclora           |
| 4. 1-Bromo-2-nitrobenzene (IS)          | 23. Aldrine             | 31. Endosulfan I    | 39. p,p'-DDD           | 47. Endrin quetona        |
| 5. Terrazole                            | 24. Dacthal             | 32. Captan          | 40. Endosulfan II      | 48. Mirex                 |
| 6. Chloroneb                            | 25. Isodrine            | 33. p,p'-DDE        | 41. p,p'-DDT           | 49. cis-Permetrin         |
| 7. Trifluralin                          | 26. Kelthane            | 34. Dieldrin        | 42. Endrin aldeido     | 50. trans-Permetrin       |
| 8. 2-Bromobifenilo (SS)                 | 27. Heptachloro epoxido | 35. Clorobencilato  | 43. Endosulfan sulfato |                           |
| 9. Tetracloro m-xileno (SS)             |                         |                     |                        |                           |
| 10. α, α-Dibromo-m-xileno               |                         |                     |                        |                           |
| 11. Propacloro                          |                         |                     |                        |                           |
| 12. Dialato A                           |                         |                     |                        |                           |
| 13. Dialato B                           |                         |                     |                        |                           |
| 14. Hexachlorobenzène                   |                         |                     |                        |                           |
| 15. α-BHC                               |                         |                     |                        |                           |
| 16. Pentachloronitrobenzène (IS)        |                         |                     |                        |                           |
| 17. γ-BHC                               |                         |                     |                        |                           |
| 18. β-BHC                               |                         |                     |                        |                           |
| 19. Heptachlore                         |                         |                     |                        |                           |



## Pesticidas, EPA 508.1

**Columna:** DB-35ms  
123-3832  
30 m x 0,32 mm, 0,25 µm

**Columna:** DB-XLB  
123-1236  
30 m x 0,32 mm, 0,50 µm

**Portador:** Helio a 45 cm/s (control electrónico de la neumática en modo de flujo constante)

**Horno:** 75 °C para 0,5 min  
75-300 °C a 10 °C/min  
300 °C para 2 min

**Inyección:** Splitless, 250 °C  
Tiempo de activación de purga de 30 segundos

**Detector:** µECD, 350 °C  
Gas auxiliar de nitrógeno  
(flujo de columna + gas auxiliar = flujo constante de 30 ml/min)

**Muestra:** 50 pg por componente

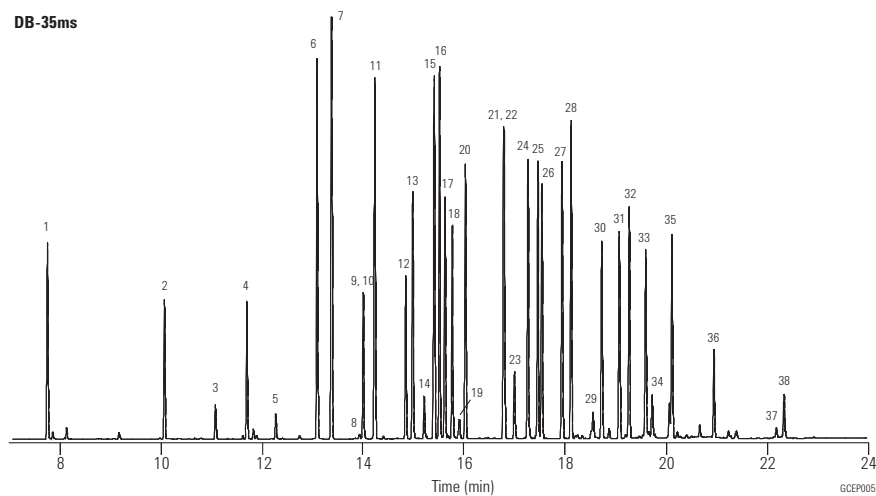
### Consumibles sugeridos

**Séptum:** Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

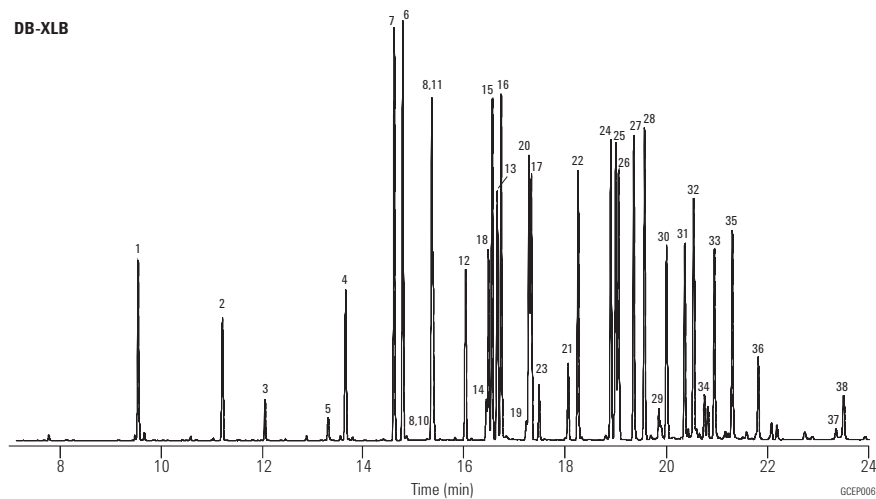
**Liner:** Conexión directa, una punta, desactivado, 4 mm d.i., G1544-80730

**Jeringa:** Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

DB-35ms



DB-XLB



1. Hexaclorociclopentadieno
2. Etridiazol
3. Cloroneb
4. Trifluralina
5. Propacloro
6. Hexaclorobenceno
7.  $\alpha$ -BHC
8. Atracina
9. Pentacloronitrobenceno
10. Simacina
11.  $\gamma$ -BHC
12.  $\beta$ -BHC
13. Heptacloro
14. Alacloro
15.  $\delta$ -BHC
16. Clorotalonilo
17. Aldrina
18. Metribucina
19. Metolacloro
20. DCPA
21. 4,4'-dibromobifenilo
22. Epóxido de heptacloro
23. Cianacina
24.  $\gamma$ -clordano
25.  $\alpha$ -clordano
26. Endosulfano I
27. 4,4'-DDE
28. Dieldrina
29. Clorobencilato
30. Endrina
31. 4,4'-DDD
32. Endosulfano II
33. 4,4'-DDT
34. Aldehído de endrina
35. Sulfato de endosulfano
36. Metoxicloro
37. Cispermetrina
38. Transpermetrina



**Derivados metilo - Herbicidas con fenoxiácidos, EPA 8151A**

**Columna: DB-35ms  
123-3832**

**30 m x 0,32 mm, 0,25 µm**

Portador: Helio a 45 cm/s (EPC en modo de flujo constante)

Horno: 50 °C durante 0,5 min  
50-100 °C a 25 °C/min  
100-320 °C a 12°C/min  
320 °C durante 2 min

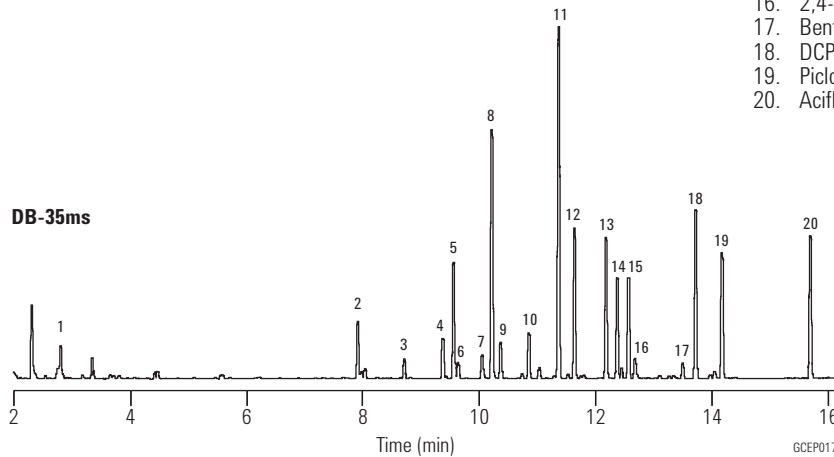
Inyección: Splitless, 250 °C  
Tiempo de activación de la purga: 30 s

Detector: µECD, 350 °C  
Gas auxiliar, nitrógeno,  
(columna + flujo auxiliar = flujo constante de 30 ml/min)

Muestra: 50 pg por componente

1. Dalapon
2. 3,5-Ácido diclorobenzoico
3. 4-nitrofenol
4. Metil-2,4-diclorofenilacetato (SS)
5. Dicamba
6. MCPP
7. MCPA
8. 4,4'-Dibromooctafluorobifenilo (IS)
9. Dicloroprop
10. 2,4-D
11. Pentaclorofenol
12. 2,4,5-T,P
13. 2,4,5-T
14. Cloramben
15. Dinoseb
16. 2,4-DB
17. Bentazona
18. DCPA
19. Picloram
20. Acifluorfen

DB-35ms



**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

Liner: Splitless, una punta, desactivado, 4 mm d.i., 5181-3316

Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

## Herbicidas I

**Columna:** DB-XLB  
122-1232  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Portador: Helio a 32 cm/s, medido a 50°C  
Horno: 50°C durante 1 min  
50-180°C a 1°/min  
180-230°C a 5°/min  
230-180°C a -10°C/min  
320°C durante 2 min

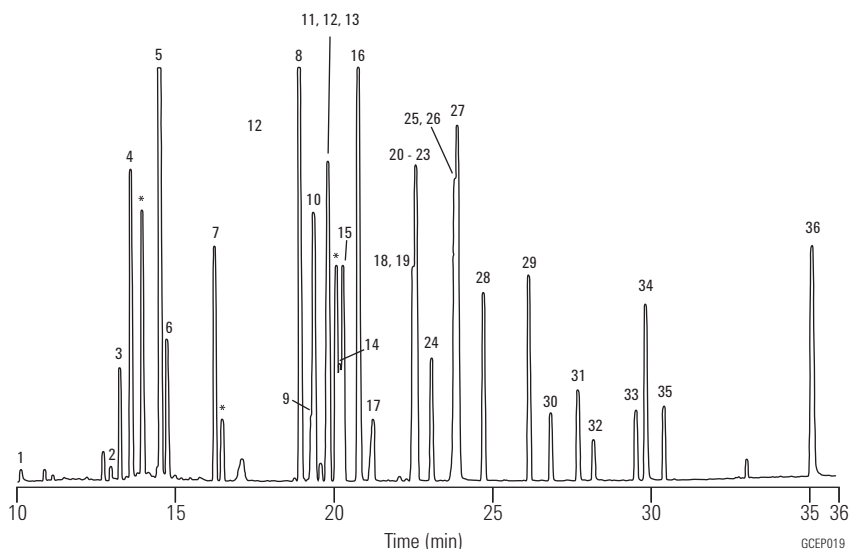
Inyección: Splitless, 250 °C  
Tiempo de activación de la purga: 30 s  
Detector: MSD, 300°C en la línea de transferencia  
Barrido completo 50-400  
Muestra: solución de 2 µl x 10-50 ng/µl  
en acetona

### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Splitless, una punta, desactivado, 4 mm d.i.,  
5181-3316  
Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. Monurón        | 19. Propanilo   |
| 2. Diurón         | 20. Ametrina    |
| 3. EPTC           | 21. Prometrina  |
| 4. Diclobenil     | 22. Simetrina   |
| 5. Vernolato      | 23. Metribucina |
| 6. Pebulato       | 24. Terbutrina  |
| 7. Molinato       | 25. Metolaclo   |
| 8. Sulfalato      | 26. Bromacil    |
| 9. Atraton        | 27. Dactal      |
| 10. Prometón      | 28. Difenamida  |
| 11. Atrazina      | 29. Butacloro   |
| 12. Propazina     | 30. Napropamida |
| 13. Simacina      | 31. Carboxin    |
| 14. Terbutilacina | 32. Triciclazol |
| 15. Pronamida     | 33. Norflurazon |
| 16. Secbumeton    | 34. Hexazinona  |
| 17. Terbacil      | 35. Difolotan   |
| 18. Alacloro      | 36. Fluridone   |

\* Impurezas



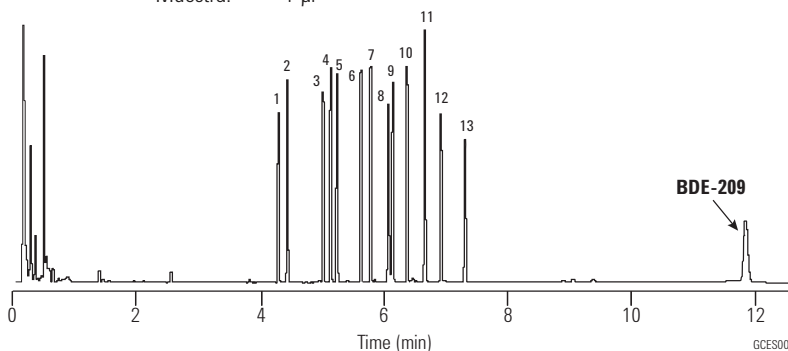
## Éteres difenilicos polibromados con detector de captura de electrones

**Columna:** DB-XLB  
15 m x 0,18 mm (d.i.), 0,07 µm  
Columna personalizada de Agilent Technologies

1. 2,2',4-TriBDE (BDE-17)
2. 2,4,4'-TriBDE (BDE-28)
3. 2,3',4',6-Tetra-BDE (BDE-71)
4. 2,2',4,4'-Tetra-BDE (BDE-47)
5. 2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)
6. 2,2',4,4',6-PentaBDE (BDE-100)
7. 2,2',4,4',5-PentaBDE (BDE-99)
8. 2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)
9. 2,2',4,4',5,6'-HexaBDE (BDE-154)
10. 2,2',4,4',5,5'-HexaBDE (BDE-153)
11. 2,2',3,4,4',5'-HexaBDE (BDE-138)
12. 2,2',3,4,4',5',6-HeptaBDE (BDE-183)
13. 2,3,3',4,4',5,6-HeptaBDE (BDE-190)
14. DecaBDE (BDE-209) (12,5 mg/ml)

Agradecimiento especial a Accustandard, Inc.  
(New Haven, CT) por los patrones de éteres  
difenilicos polibromados.

Portador: Hidrógeno a 72 cm/s a 100 °C (4,0 ml/min),  
modo de flujo constante  
Horno: 100 °C para 0,5 min  
De 100 °C a 300 °C a 30 °C/min  
300 °C para 5 min  
Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 20:1  
Detector: Detector de captura de electrones, 300 °C  
Pico, compuesto (2,5 mg/ml)  
Muestra: 1 µl



**Arocloros 1016-1268 (sin 1221)**

**Columna:** DB-XLB  
121-1232  
30 m x 0,18 mm, 0,18 µm

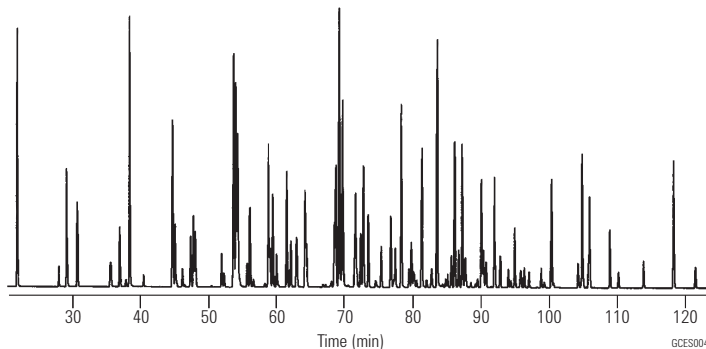
Portador: Helio a 37 cm/s, medido a 150°C  
Horno: 100 °C durante 1 min  
100-265 °C a 1,2 °C/min  
Inyección: Hot On-column, 250 °C  
Detector: MSD, 340 °C en la línea de transferencia, SIM  
Muestra: 1 µl en isooctano, 12,5 ppm

**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

Liner: Conexión directa, una punta, desactivado, 4 mm d.i., G1544-80730

Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267



**PBDEs**

**Columna:** DB-XLB  
122-1231  
30 m x 0,25 mm, 0,10 µm

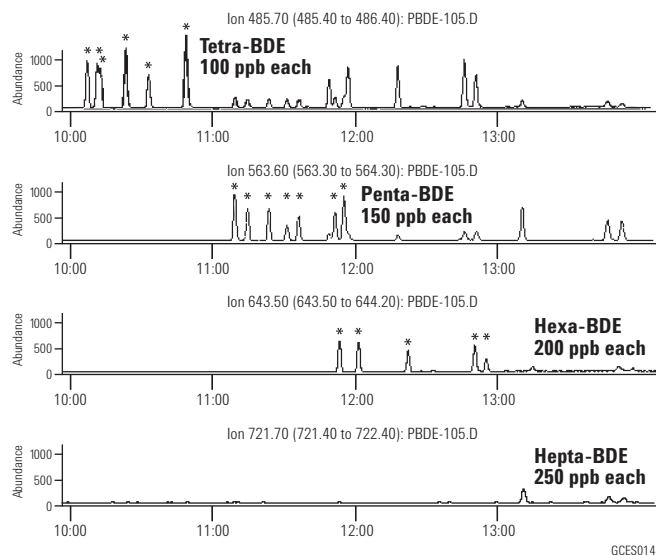
Portador: Helio a 38 cm/s a 100 °C (1,2 ml/min), modo de flujo constante

Horno: 100 °C durante 1 min; 100-340 °C a 20 °C/min; 340 °C durante 12 min

Inyección: "Cool-on-column", modo oven-track

Detector: Agilent 5973 MSD, 325 °C en la línea de transferencia, El SIM (iones monitorizados: 231.8, 248.0, 327.9, 398.6, 400.5, 405.8, 845.7, 563.6, 643.5, 721.4, 799.3)

Muestra: 0,5 µl



Para obtener una nota completa de la aplicación, visite [www.agilent.com/chem](http://www.agilent.com/chem), en Literature Library seleccione "Online Literature" y escriba 5989-0094EN en el campo "Keyword".

## Compuestos semivolátiles: Método EPA 8270

**Columna:** HP-5ms  
19091S-133  
30 m x 0,25 mm, 0,50 µm

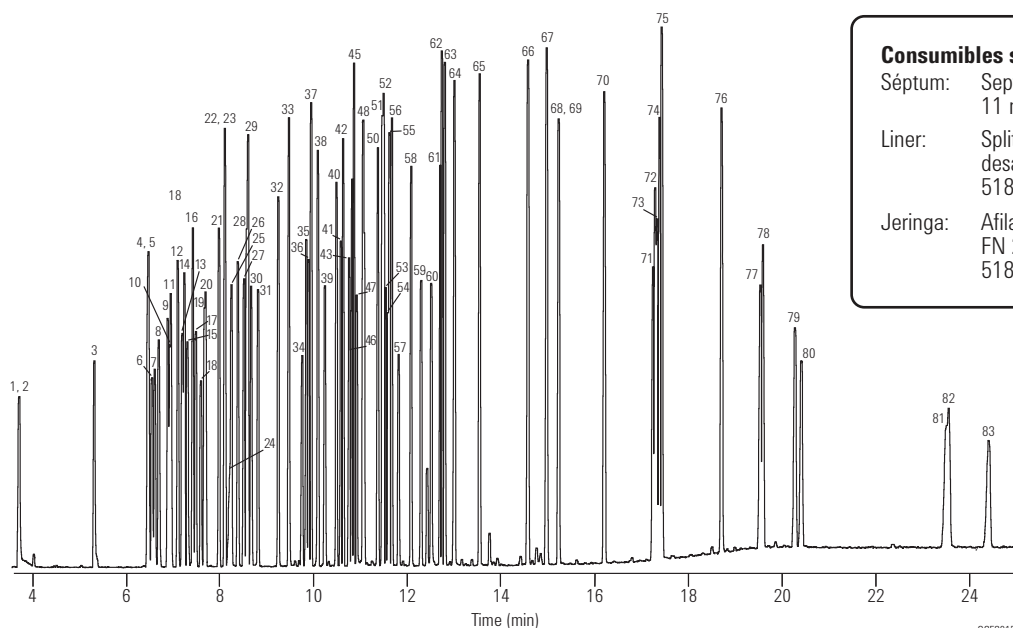
**Portador:** Rampa de flujo de 1,2 ml/min durante 0,0 min  
Rampa de 99 ml/min a 2,0 ml/min  
2,0 ml/min durante 0,35 min  
Rampa de 10 ml/min a 1,2 ml/min

**Horno:** 40 °C durante 1,0 min  
40-100 °C a 15 °C/min  
100-240 °C a 20 °C/min  
240-310 °C a 10 °C/min

**Inyección:** Splitless, 250 °C  
Flujo de purga de 30 ml/min durante 0,35 min

**Detector:** MSD 5973, 310 °C en la línea de transferencia  
Rango de barrido de 35-500 amu, 3,25 barridos/s

**Muestra:** Patrón de 1 µl de 50 ng



### Consumibles sugeridos

**Séptum:** Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

**Liner:** Splitless, una punta, desactivado, 4 mm d.i., 5181-3316

**Jeringa:** Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

1. n-nitrosodimetilamina	23. 2,4-dimetilfenol	45. Acenafteno	67. Pireno
2. Piridina	24. Ácido benzoico	46. 2,4-dinitrofenol	68. Terfenilo-d14
3. 2-fluorofenol	25. Bis (2-cloroetoxi) metano	47. 4-nitrofenol	69. Bencidina
4. Fenol-d5	26. 2,4-diclorofenol	48. Dibenzofurano	70. Butilbencilftalato
5. Fenol	27. 1,2,4-triclorobenceno	49. 2,4-dinitrotolueno	71. 3,3'-diclorobencidina
6. Analina	28. Naftaleno-d8	50. Dietilftalato	72. Benzo[a]antraceno
7. Bis(2-cloroetil)éter	29. Naftaleno	51. 4-clorofenil fenil éter	73. Criseno-d12
8. 2-Clorofenol	30. 4-cloroanilina	52. Fluoreno	74. Criseno
9. 1,3-diclorobenceno	31. Hexaclorobutadieno	53. 4-nitroanilina	75. Bis (2-etilhexil) ftalato
10. 1,4-diclorobenceno-d4	32. 4-cloro-3-metilfenol	54. 4,6-dinitro-2-metilfenol	76. Di-n-octilftalato
11. 1,4-diclorobenceno	33. 2-metilnaftaleno	55. n-nitrosodifenilamina	77. Benzo[b]fluoranteno
12. Alcohol bencilico	34. Hexaclorociclopentadieno	56. Azobenceno	78. Benzo[k]fluoranteno
13. 1,2-diclorobenceno	35. 2,4,6-triclorofenol	57. 2,4,6-tribromofenol	79. Benzo[a]pireno
14. 2-metilfenol	36. 2,4,5-triclorofenol	58. 4-bromofenil-feniléter	80. Perileno-d12
15. Éter de bis(2-cloroisopropilo)	37. 2-fluorobifenilo	59. Hexaclorobenceno	81. Indeno[1,2,3-cd]pireno
16. 4-metilfenol	38. 2-cloronaftaleno	60. Pentaclorofenol	82. Dibenzo[a,h]antraceno
17. n-nitrosodi-n-propilamina	39. 2-nitroanilina	61. Fenantreno-d10	83. Benzo[g,h,i]perileno
18. Hexacloroetano	40. Dimetilftalato	62. Fenantreno	
19. Nitrobenzeno-d5	41. 2,6-dinitrotolueno	63. Antraceno	
20. Nitrobenzeno	42. Acenaftileno	64. Carbazol	
21. Isoforona	43. 3-nitroanilina	65. Di-n-butilftalato	
22. 2-nitrofenol	44. Acenafteno-d10	66. Fluoranteno	

Es posible utilizar una variedad de columnas Agilent HP-5ms y DB-5ms para 8270 y aplicaciones semivolátiles similares. La columna que se muestra arriba se seleccionó para maximizar la inercia y resistencia a los residuos con una película de 0,5 µm más gruesa, pero el precio que se pagó es un tiempo de análisis ligeramente más largo. Una columna HP-5ms, 30 m x 0,25 mm de d.i., 0,25 µm, referencia 19091S-433 ofrecería tiempos de análisis más cortos, con una inercia y resistencia ligeramente inferiores. Una columna DB-5ms, 30 m x 0,25 mm de d.i., 0,25 µm, referencia 122-5532, ofrecería una inercia ligeramente inferior, pero una mejor resolución de PAH como Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno. Una columna DB-5ms, 20 m x 0,18 mm; 0,18 µm, referencia 121-5522, puede ofrecer tiempos de análisis significativamente inferiores con una pequeña pérdida de inercia.

**Método EPA 525.2**

**Columna:** DB-5ms  
122-5532  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

**Portador:** Helio a 32 cm/s medido a 45 °C, modo de flujo constante

**Horno:** 45 °C para 1 min  
45-130 °C a 30 °C/min  
130 °C para 3 min  
130-180 °C a 12 °C/min  
180-240 °C a 7 °C/min  
240-325 °C a 12 °C/min  
325 °C para 5 min

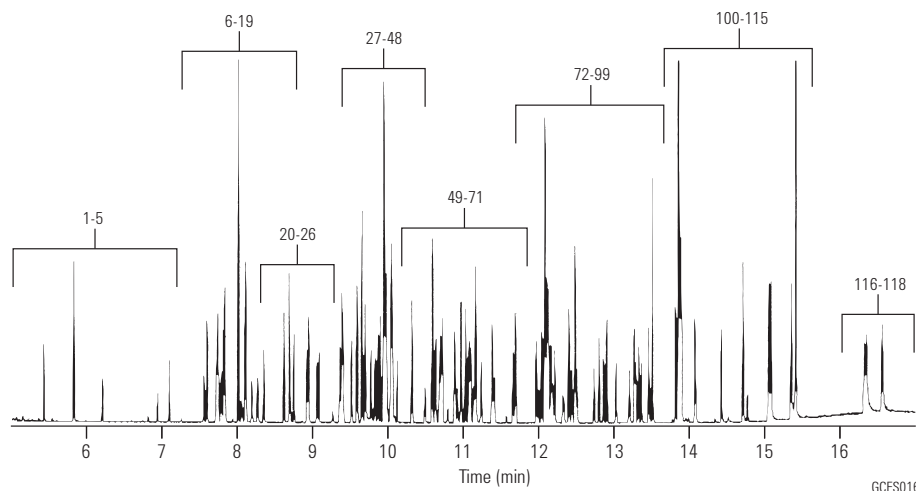
**Inyección:** Splitless, 300 °C  
Tiempo de activación de purga de 1,0 min  
Liner focalizado

**Detector:** MSD, línea de transferencia de 325 °C  
Barrido completo m/z 45-450

**Muestra:** Mezcla de compuestos de Accustandard  
Patrones del método 525.2 (M-525.2-SV-ASL,  
M-525.2-FS-ASL, M-525.2-CP-ASL,  
M-525.2-NP1-ASL, M-525.2-NP2-ASL):  
compuestos de interés a 2 ng/µl, IS/SS a 5 ng/µl

**Consumibles sugeridos**

**Séptum:** Septa verdes avanzadas de 11 mm, 5183-4759  
**Liner:** Conexión directa, una punta, desactivado, 4 mm d.i., G1544-80730  
**Jeringa:** Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267



Solo los septa de inyector Premium de Agilent tienen una superficie tratada con plasma exclusiva para garantizar que el séptum no se adhiera sin que esto afecte a la limpieza e integridad del sistema para cromatografía de gases. Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/septa](http://www.agilent.com/chem/septa).

## Volátiles EPA mediante GC/MS (inyector split)

**Columna:** DB-VRX  
122-1564  
60 m x 0,25 mm, 1,40 µm

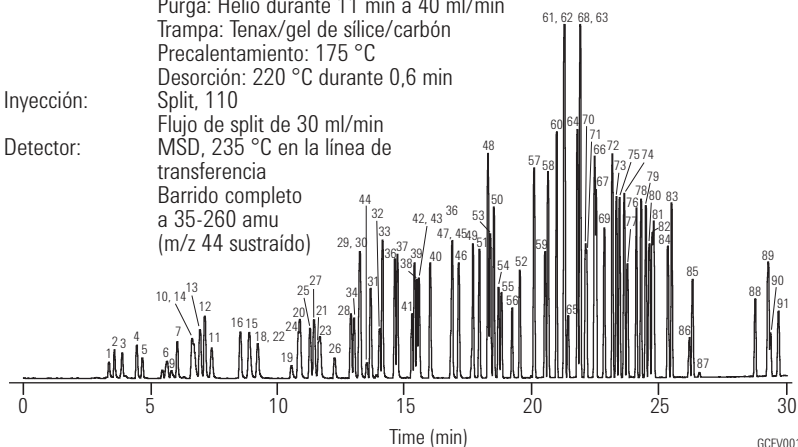
Portador: Helio a 30 cm/s, medido a 45 °C durante 10 min

Horno: 45-190 °C a 12 °C/min  
190 °C durante 2 min  
190-225 °C a 6 °C/min  
225 °C durante 1 min

Muestreador: Purga y trampa (O.I.A. 4560)  
Purga: Helio durante 11 min a 40 ml/min  
Trampa: Tenax/gel de sílice/carbón  
Precalentamiento: 175 °C  
Desorción: 220 °C durante 0,6 min

Inyección: Split, 110

Detector: Flujo de split de 30 ml/min  
MSD, 235 °C en la línea de transferencia  
Barrido completo a 35-260 amu (m/z 44 sustraído)



### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

Liner: Directo, 1,5 mm d.i., 18740-80200

Sello: Kit de sello con recubrimiento de oro, 5188-5367

1. Diclorodifluorometano
2. Clorometano
3. Cloruro de vinilo
4. Bromometano
5. Cloroetano
6. Triclorofluorometano
7. Éter dietílico
8. 1,1-Dicloroetano
9. Acetona
10. Yodometano
11. Disulfuro de carbono
12. Cloruro de alilo
13. Cloruro de metileno
14. Acrilonitrilo
15. Metil-tert-butil éter
16. trans-1,2-Dicloroetano
17. Hexano
18. 1,1-Dicloroetano
19. 2-Butanona
20. cis-1,2-dicloroetano
21. 2,2-dicloropropano
22. Propionitrilo
23. Acrilato de metilo
24. Metacrilonitrilo
25. Bromoclorometano
26. Tetrahidrofurano
27. Cloroformo
28. Pentafluorobenceno (IS)
29. 1,1,1-tricloroetano
30. 1-clorobutano
31. 1,1-dicloropropeno
32. Tetraclorido de carbono
33. Benceno
34. 1,2-Dicloroetano
35. 2,2-Dimetilhexano
36. Fluorobenceno (IS)
37. 1,4-Difluorobenceno (IS)
38. Tricloroetano
39. 1,2-dicloropropano
40. Metacrilato de metilo
41. Dibromometano
42. Bromodiclorometano
43. 2-nitropropano
44. Cloroacetnitrilo
45. cis-1,3-dicloropropeno
46. 4-metil-2-pentanona
47. 1,1-Dicloro-2-propanona
48. Tolueno
49. trans-1,3-dicloropropeno
50. Metracrilato de etilo
51. 1,1,2-tricloroetano
52. Tetracloroetano
53. 1,3-dicloropropano
54. 2-hexanona
55. Dibromoclorometano
56. 1,2-dibromoetano
57. 1-cloro-3-fluorobenceno (IS)
58. Clorobenceno
59. 1,1,1,2-tetracloroetano
60. Etilbenceno
61. m-Xileno
62. p-Xileno
63. o-xileno
64. Estireno
65. Bromoformo
66. Isopropilbenceno
67. 4-Bromofluorobenceno (SS)
68. 1,1,2,2-Tetracloroetano
69. Bromobenceno
70. 1,2,3-Tricloropropano
71. trans-1,4-dicloro-2-buteno
72. n-propilbenceno
73. 2-clorotolueno
74. 1,3,5-Trimetilbenceno
75. 4-Clorotolueno
76. Terbutilbenceno
77. Pentacloroetano
78. 1,2,4-trimetilbenceno
79. sec-Butilbenceno
80. 1,3-Diclorobenceno
81. p-Isopropiltolueno
82. 1,4-Diclorobenceno
83. n-Butilbenceno
84. 1,2-Diclorobenceno
85. Hexacloroetano
86. 1,2-Dibromo-3-cloropropano
87. Nitrobenceno
88. 1,2,4-Triclorobenceno
89. Hexaclorobutadieno
90. Naftaleno
91. 1,2,3-triclorobenceno

**Columna:** DB-624  
122-1364  
60 m x 0,25 mm, 1,4 µm

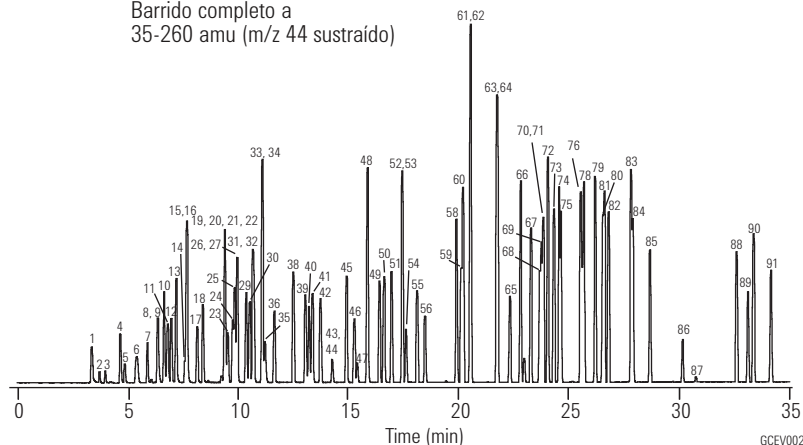
Portador: Helio a 31 cm/s, medido a 40 °C durante 3 min

Horno: 45-90 °C a 8 °C/min  
90 °C durante 4 min  
90-200 °C a 6 °C/min  
200 °C durante 5 min

Muestreador: Purga y trampa (O.I.A. 4560)  
Purga: Helio durante 11 min a 40 ml/min  
Trampa: Tenax/gel de sílice/carbón  
Precalentamiento: 175 °C  
Desorción: 220 °C durante 0,6 min

Inyección: Split, 110

Detector: Flujo de split de 30 ml/min  
MSD, 235 °C en la línea de transferencia  
Barrido completo a 35-260 amu (m/z 44 sustraído)



### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

Liner: Directo, 1,5 mm d.i., 18740-80200

Sello: Kit de sello con recubrimiento de oro, 5188-5367

IS (estándar interno)  
SS (estándar sustituto)  
Nota: Algunos compuestos no se incluyen en ambos cromatogramas

1. Diclorodifluorometano
2. Clorometano
3. Cloruro de vinilo
4. Bromometano
5. Cloroetano
6. Triclorofluorometano
7. Éter dietílico
8. 1,1-Dicloroetano
9. Acetona
10. Yodometano
11. Disulfuro de carbono
12. Cloruro de alilo
13. Cloruro de metileno
14. Acrilonitrilo
15. Metil-tert-butil éter
16. trans-1,2-Dicloroetano
17. Hexano
18. 1,1-Dicloroetano
19. 2-Butanona
20. cis-1,2-dicloroetano
21. 2,2-dicloropropano
22. Propionitrilo
23. Acrilato de metilo
24. Metacrilonitrilo
25. Bromoclorometano
26. Tetrahidrofurano
27. Cloroformo
28. Pentafluorobenceno (IS)
29. 1,1,1-tricloroetano
30. 1-clorobutano
31. 1,1-dicloropropeno
32. Tetraclorido de carbono
33. Benceno
34. 1,2-Dicloroetano
35. 2,2-Dimetilhexano
36. Fluorobenceno (IS)
37. 1,4-Difluorobenceno (IS)
38. Tricloroetano
39. 1,2-dicloropropano
40. Metacrilato de metilo
41. Dibromometano
42. Bromodiclorometano
43. 2-nitropropano
44. Cloroacetnitrilo
45. cis-1,3-dicloropropeno
46. 4-metil-2-pentanona
47. 1,1-Dicloro-2-propanona
48. Tolueno
49. trans-1,3-dicloropropeno
50. Metracrilato de etilo
51. 1,1,2-tricloroetano
52. Tetracloroetano
53. 1,3-dicloropropano
54. 2-hexanona
55. Dibromoclorometano
56. 1,2-dibromoetano
57. 1-cloro-3-fluorobenceno (IS)
58. Clorobenceno
59. 1,1,1,2-tetracloroetano
60. Etilbenceno
61. m-Xileno
62. p-Xileno
63. o-xileno
64. Estireno
65. Bromoformo
66. Isopropilbenceno
67. 4-Bromofluorobenceno (SS)
68. 1,1,2,2-Tetracloroetano
69. Bromobenceno
70. 1,2,3-Tricloropropano
71. trans-1,4-dicloro-2-buteno
72. n-propilbenceno
73. 2-clorotolueno
74. 1,3,5-Trimetilbenceno
75. 4-Clorotolueno
76. Terbutilbenceno
77. Pentacloroetano
78. 1,2,4-trimetilbenceno
79. sec-Butilbenceno
80. 1,3-Diclorobenceno
81. p-Isopropiltolueno
82. 1,4-Diclorobenceno
83. n-Butilbenceno
84. 1,2-Diclorobenceno
85. Hexacloroetano
86. 1,2-Dibromo-3-cloropropano
87. Nitrobenceno
88. 1,2,4-Triclorobenceno
89. Hexaclorobutadieno
90. Naftaleno
91. 1,2,3-triclorobenceno

VOC de alta velocidad: Método EPA 8260

**Columna: DB-VRX  
121-1524  
20 m x 0,18 mm, 1,00 µm**

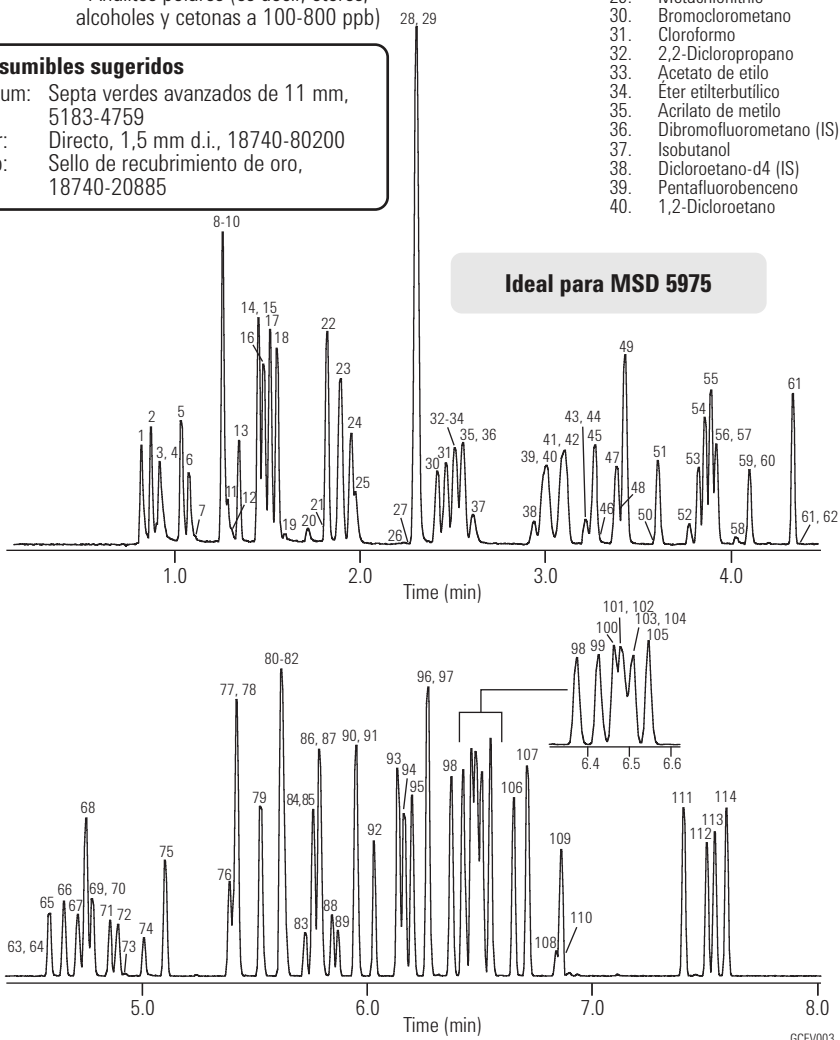
Portador: Helio a 55 cm/s (1,5 ml/min)  
Horno: 45 °C durante 3,0 min  
45-190 °C a 36 °C/min  
Muestreador: Purga y trampa  
(Tekmar 3100)  
Purga: 11 min  
Trampa: Vocarb 3000  
Precalentamiento: 245 °C  
Desorción: 250 °C durante 1 min

Inyección: Split, 150 °C, Relación de split 60:1  
Detector: MSD Agilent 5975, 150 °C  
Rango de barrido: 35-260 amu  
Velocidad de barrido: 3,25 barridos/s  
Temperatura Cuadrupolo: 200 °C

Muestra: 5 ml  
• Analitos aromáticos y halogenados a 40 ppb  
• Patrones internos a 20 ppb  
• Analitos polares (es decir, éteres, alcoholes y cetonas a 100-800 ppb)

1. Diclorodifluorometano
2. Clorometano
3. Hidroxipropionitrilo
4. Cloruro de vinilo
5. Bromometano
6. Cloroetano
7. Etanol
8. Acetonitrilo
9. Acroleína
10. Triclorofluorometano
11. Alcohol isopropílico
12. Acetona
13. Éter etílico
14. 1,1-Dicloroetano
15. Alcohol terbutílico
16. Acrilonitrilo
17. Cloruro de metileno
18. Cloruro de alilo
19. Alcohol alílico
20. 1-Propanol
21. Alcohol propargílico
22. trans-1,2-Dicloroetano
23. MTBE
24. 1,1-Dicloroetano
25. Propionitrilo
26. 2-Butanona
27. Éter diisopropílico
28. cis-1,2-Dicloroetano
29. Metacrilonitrilo
30. Bromoclorometano
31. Cloroformo
32. 2,2-Dicloropropano
33. Acetato de etilo
34. Éter etiliterbutílico
35. Acrilato de metilo
36. Dibromofluorometano (IS)
37. Isobutanol
38. Dicloroetano-d4 (IS)
39. Pentafluorobenceno
40. 1,2-Dicloroetano
41. 1,1,1-Tricloroetano
42. 1-Clorobutano
43. Crotonaldehído
44. 2-Cloroetanol
45. 1,1-Dicloropropeno
46. 1-Butanol
47. Tetracloruro de carbono
48. Cloroacetnitrilo
49. Benceno
50. Teramil metil éter
51. Fluorobenceno (IS)
52. 2-Pentanona
53. Dibromometano
54. 1,2-Dicloropropano
55. Tricloroetano
56. Bromodiclorometano
57. 2-Nitropropano
58. 1,4-Dioxano
59. Epiclorohidrina
60. Metacrilato de metilo
61. cis-1,3-Dicloropropeno
62. Propiolactona
63. Bromoacetona
64. Piridina
65. trans-1,3-Dicloropropeno
66. 1,1,2-Tricloroetano
67. Tolueno-d8 (IS)
68. Tolueno
69. 1,3-Dicloropropano
70. Paralaldehído
71. Metacrilato de etilo
72. Dibromoclorometano
73. 3-Cloropropionitrilo
74. 1,2-Dibromoetano
75. Tetracloroetano
76. 1,1,1,2-Tetracloroetano
77. 1-Clorohexano
78. Clorobenceno
79. Etilbenceno
80. Bromoformo
81. m-Xileno
82. p-Xileno
83. trans-Diclorobuteno
84. 1,3-Dicloro-2-propanol
85. Estireno
86. 1,1,2,2-Tetracloroetano
87. o-Xileno
88. 1,2,3-Tricloropropeno
89. cis-Diclorobuteno
90. 4-Bromofluorobenceno (IS)
91. Isopropilbenceno
92. Bromobenceno
93. Propilbenceno
94. 2-Clorotolueno
95. 4-Clorotolueno
96. 1,3,5-Trimetilbenceno
97. Pentacloroetano
98. Terbutilbenceno
99. 1,2,4-Trimetilbenceno
100. sec-Butilbenceno
101. 1,3-Diclorobenceno
102. Cloruro de bencilo
103. 1,4-Diclorobenceno-d4 (IS)
104. 1,4-Diclorobenceno
105. Isopropiltolueno
106. 1,2-Diclorobenceno
107. Butilbenceno
108. 1,2-Dibromo-3-cloropropano
109. Hexacloroetano
110. Nitrobenceno
111. 1,2,4-Triclorobenceno
112. Naftaleno
113. Hexaclorobutadieno
114. 1,2,3-Triclorobenceno

**Consumibles sugeridos**  
Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Directo, 1,5 mm d.i., 18740-80200  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885





### Método de análisis de aire EPA TO-15 (patrón de 1 ppbV)

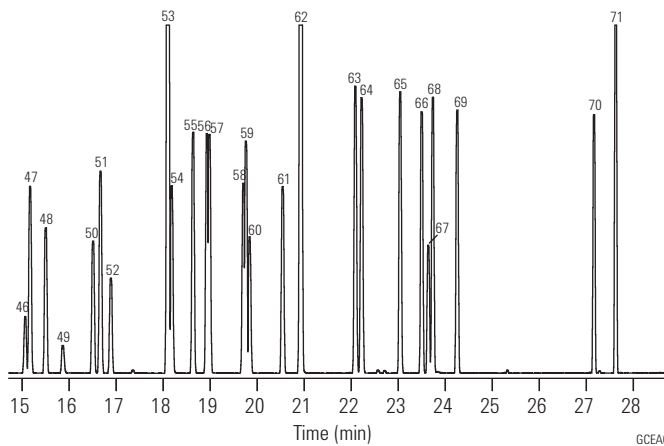
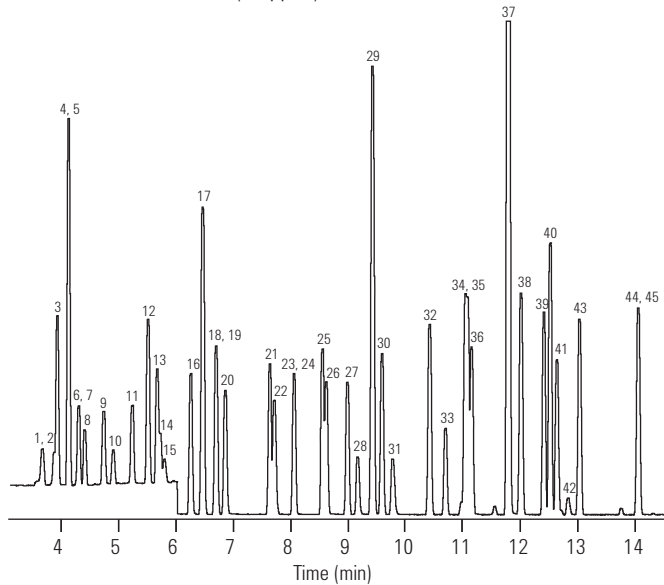
**Columna:** DB-5ms  
123-5563  
60 m x 0,32 mm, 1,00 µm

Portador: Helio, 1,5 ml/min  
Horno: 35 °C durante 5 min  
140-220 °C a 6 °C/min  
220 °C durante 3 min

Muestreador: Preconcentrador de muestra criogénica Entech 7100  
Detector: GC/MS 6890/5973N  
Barrido 29-180 amu 0-6 min  
33-280 amu 6-30 min  
Impacto de electrónico a 70 eV

Muestra: Carga de muestra de 400 ml,  
Todos los compuestos a 10 ppbV salvo  
Formaldehído (50 ppbV), Acetaldehído (20 ppbV),  
Propanol (20 ppbV), Acetona (30 ppbV),  
2-Butanona (30 ppbV)

Agilent desea agradecer a Entech Instruments el proporcionarle este cromatograma.



	Ion de cuantificación	
1.	Formaldehído	30
2.	Propeno	41
3.	Diclorodifluorometano	85
4.	Clorometano	50
5.	Diclorotetrafluoroetano	85
6.	Acetaldehído	29
7.	Cloruro de vinilo	62
8.	1,3-Butadieno	39
9.	Bromometano	94
10.	Cloroetano	64
11.	Bromoetano	106
12.	Triclorofluorometano	101
13.	Acetona	58
14.	Propanal	29
15.	Alcohol isopropílico	45
16.	1,1-Dicloroetano	61
17.	1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluoroetano	101
18.	Cloruro de metileno	49
19.	3-Cloro-1-propeno (cloruro de alilo)	76
20.	Disulfuro de carbono	76
21.	trans-1,2-Dicloroetano	96
22.	Eter metil terbutílico (MTBE)	73
23.	1,1-Dicloroetano	63
24.	Acetato de vinilo	43
25.	2-Butanona (MEK)	72
26.	n-Hexano	57
27.	cis-1,2-Dicloroetano	96
28.	Acetato de etilo	43
29.	Bromoclorometano (IS)	128
30.	Cloroformo	83
31.	Tetrahidrofurano	42
32.	1,1,1-Tricloroetano	97
33.	1,2-Dicloroetano	62
34.	Benceno	78
35.	Tetracloruro de carbono	117
36.	Ciclohexano	56
37.	1,4-Difluorobenceno (IS)	114
38.	2,2,4-Trimetilpentano (isooctano)	57
39.	n-Heptano	41
40.	Tricloroetano	130
41.	1,2-Dicloropropano	63
42.	1,4-Dioxano	88
43.	Bromodifluorometano	83
44.	4-Metil-2-pentanona (MIBK)	43
45.	cis-1,3-Dicloropropeno	75
46.	trans-1,3-Dicloropropeno	75
47.	Tolueno	91
48.	1,1,2-Tricloroetano	97
49.	2-Hexanona	43
50.	Dibromoclorometano	129
51.	Tetracloroetano	166
52.	1,2-Dibromoetano	107
53.	Clorobenceno-d5 (IS)	117
54.	Clorobenceno	112
55.	Etilbenceno	91
56.	m-Xileno	91
57.	p-Xileno	91
58.	Estireno	104
59.	o-Xileno	91
60.	Bromoformo	173
61.	1,1,2,2-Tetracloroetano	83
62.	4-Bromofluorobenceno	95
63.	4-Etiltolueno	105
64.	1,3,5-Trimetilbenceno	105
65.	1,2,4-Trimetilbenceno	105
66.	1,3-Diclorobenceno	146
67.	Cloruro de bencilo	91
68.	1,4-Diclorobenceno	146
69.	1,2-Diclorobenceno	146
70.	1,2,4-Triclorobenceno	180
71.	Hexaclorobutadieno	225

#### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de  
11 mm, 5183-4759  
Liner: Directo, 1,5 mm d.i.,  
18740-80200  
Sello: Sello de recubrimiento de oro,  
18740-20885



**Halocarburos C1 y C2 (freones)**

**Columna:** GS-GasPro  
113-4362  
60 m x 0,32 mm,

Portador: Helio a 35 cm/s, velocidad constante  
Horno: 40 °C durante 2 min  
40-120 °C a 10 °C/min  
120 °C durante 3 min  
120-200 °C a 10 °C/min

Inyección: Splitless, 250  
Tiempo de activación de la purga de 0,20 minutos

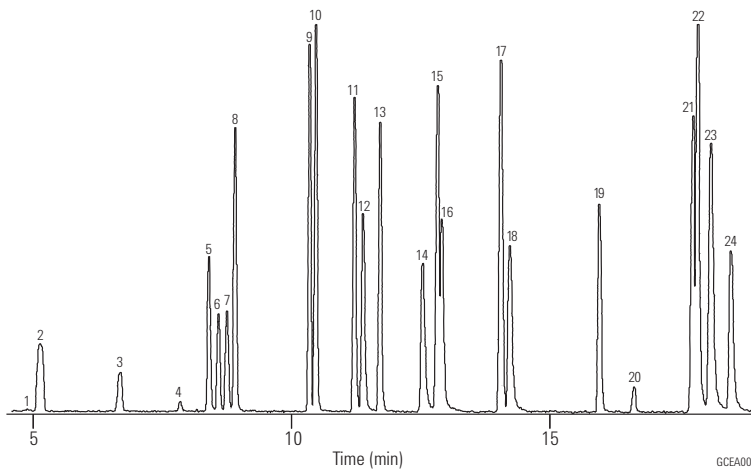
Detector: MSD, 280 °C,  
barrido completo a 45-180 amu

Muestra: Mezcla de 1,0 µl de 100 ppm  
de Accustandard M-REF y  
M-REF-X en metanol

**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Splitless, una punta, desactivado, 4 mm d.i.,  
5181-3316

Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885  
Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267



	Nº de freón	
1.	Clorotrifluorometano*	13
2.	Trifluorometano	23
3.	Bromotrifluorometano	13B1
4.	Cloropentafluoroetano	115
5.	Pentafluoroetano	125
6.	1,1,1-Trifluoroetano	143a
7.	Diclorodifluorometano	12
8.	Clorodifluorometano	22
9.	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	134a
10.	Clorometano	40
11.	1,1,2,2-Tetrafluoroetano	134
12.	Bromoclorodifluorometano	12B1
13.	1,1-Difluoroetano	152a
14.	1,2-Dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano	114
15.	2-Cloro-1,1,1,2-tetrafluoroetano	124
16.	1-Cloro-1,1-difluoroetano	142b
17.	Diclorofluorometano	21
18.	Triclorofluorometano	11
19.	Cloroetano	160
20.	Diclorometano	
21.	1,1-Dicloro-1-fluoroetano	141b
22.	2,2-Dicloro-1,1,1-trifluoroetano	123
23.	1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluoroetano	113
24.	1,2-Dibromo-1,1,2,2-tetrafluoroetano	114B2

\*El pico no se muestra



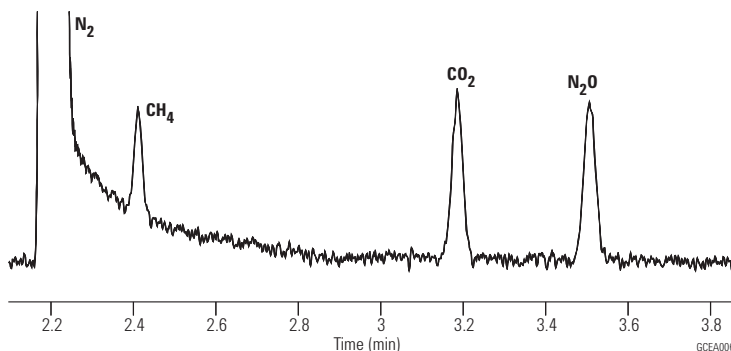
Las jeringas de inyección de líquido GC PAL permiten inyectar una amplia variedad de volúmenes de muestra hasta un máximo de 500 µl para las aplicaciones de inyección de grandes volúmenes.



### N<sub>2</sub>O I

**Columna:** HP PLOT Q  
19095P-004  
30 m x 0,53 mm, 40 µm

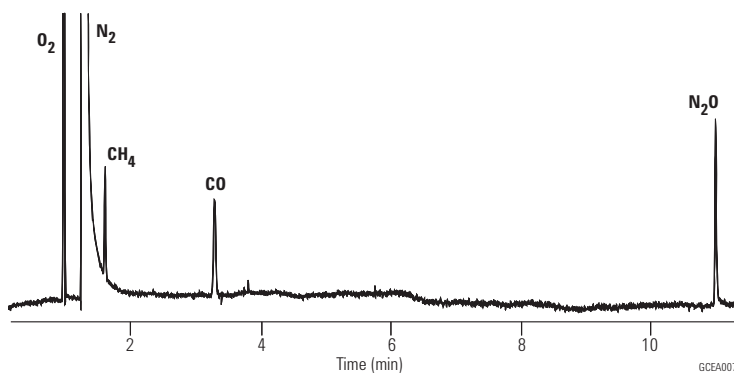
Portador: Helio, 5 psi (aproximadamente 8 ml/min)  
Horno: 35 °C isotérmico  
Inyección: 250 µl, inyectados  
Relación de split 1:3  
Detector: TCD, 200 °C  
Muestra: aproximadamente 200 ppmV de metano  
200 ppmV de CO<sub>2</sub>  
250 ppmV de N<sub>2</sub>O (resto de nitrógeno)



### N<sub>2</sub>O II

**Columna:** HP PLOT  
19095P-MS6  
30 m x 0,53 mm, 25,00 µm

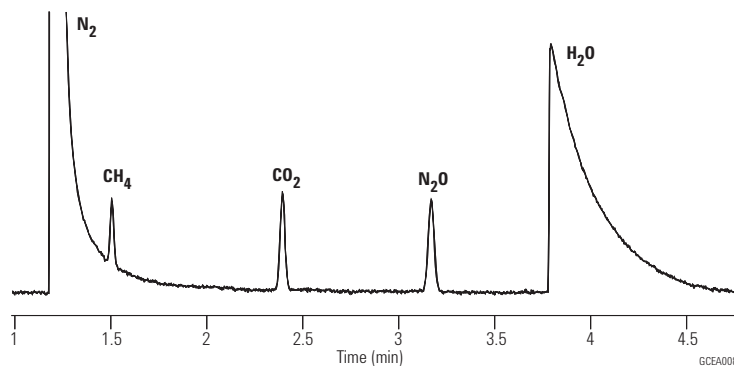
Portador: Helio, 6 psi (aproximadamente 10 ml/min)  
Horno: 50 °C (5 min), 25 °C/min a 200 °C y mantener  
Inyección: 250 µl inyectados  
Relación de split 1:4  
Detector: TCD, 250 °C  
Compensación de columna activada  
Muestra: aproximadamente 200 ppmV de metano  
200 ppmV de CO<sub>2</sub>  
250 ppmV de N<sub>2</sub>O (resto de nitrógeno)



### N<sub>2</sub>O III

**Columna:** GS-CarbonPLOT  
113-3133  
30 m x 0,32 mm, 3,00 µm

Portador: Helio, 12 psi (aproximadamente 3 ml/min)  
Horno: 35 °C isotérmico  
Inyección: 250 µl inyectados  
Relación de split 1:4  
Detector: TCD, 200 °C  
Muestra: aproximadamente 200 ppmV de metano  
200 ppmV de CO<sub>2</sub>  
250 ppmV de N<sub>2</sub>O (resto de nitrógeno)



**Análisis rápido de disolventes aromáticos**

Esta aplicación demuestra su utilidad mediante el uso de columnas para cromatografía de gases de alta eficiencia en los análisis diarios de disolventes aromáticos. Resultado: reducción triplicada en tiempo de análisis (en comparación con una columna con un diámetro interno de 0,32 mm) sin disminución de la resolución.

**Columna:** HP-INNOWax  
19091N-216  
60 m x 0,32 mm, 0,5 µm

**Portador:** Helio a una presión constante de 20 psi

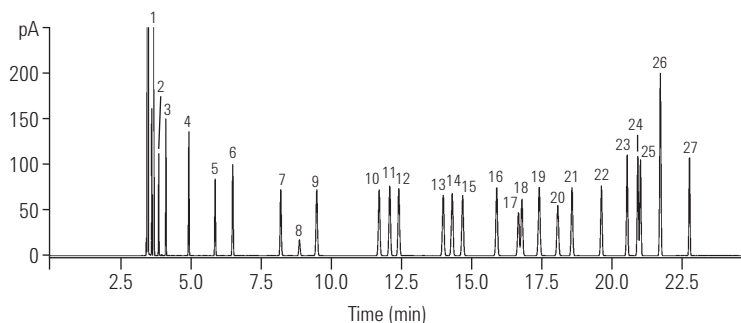
**Horno:** 75 °C (10 min), de 3 °C/min a 100 °C (0 min)  
De 10 °C/min a 145 °C (0 min)

**Inyección:** Split/splitless a 250 °C  
Relación de split 100:1

**Detector:** Detector de ionización de llama a 250 °C

**Muestra:** 1,0 µl

**Método de disolventes aromáticos unificado**



- |                |                   |                       |
|----------------|-------------------|-----------------------|
| 1. Heptano     | 10. Etilbenceno   | 19. t-butilbenceno    |
| 2. Ciclohexano | 11. p-xileno      | 20. s-butilbenceno    |
| 3. Octano      | 12. m-xileno      | 21. Estireno          |
| 4. Nonano      | 13. Cumeno        | 22. Tridecano         |
| 5. Benceno     | 14. Dodecano      | 23. 1,3-dietilbenceno |
| 6. Decano      | 15. o-xileno      | 24. 1,2-dietilbenceno |
| 7. Tolueno     | 16. Propilbenceno | 25. n-butilbenceno    |
| 8. 1,4-dioxano | 17. p-etiltolueno | 26. a-metilestireno   |
| 9. Undecano    | 18. m-etiltolueno | 27. Fenilacetileno    |

**Columna:** HP-INNOWax  
19091N-577  
20 m x 0,18 mm, 0,18 µm

**Portador:** Helio a 33 psi, modo de presión constante

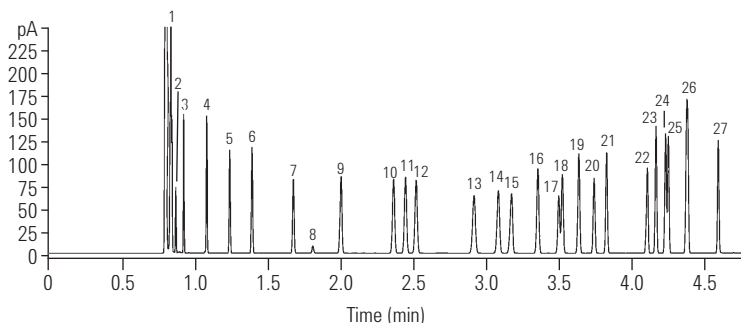
**Horno:** 70 °C (3 min); 45 °C/min a 145 °C (1 min)

**Inyección:** Split/splitless a 250 °C  
relación de split 100:1 a 600:1

**Detector:** FID, 250 °C

**Muestra:** 0,2 a 1,0 µl

**Método unificado optimizado de disolvente aromático**



GCHE003



### Gas de refinería I

**Columna:** HP PLOT Q  
19095P-Q04  
30 m x 0,53 mm, 40 µm

**Portador:** Helio p=9,0 psi a 60 °C  
**Horno:** 60 °C para 5 min  
60-200 °C a 20 °C/min  
200 °C para 1 min

**Inyección:** Split, 250 °C  
Flujo de split de 100 ml/min  
Válvula de 0,25 cc

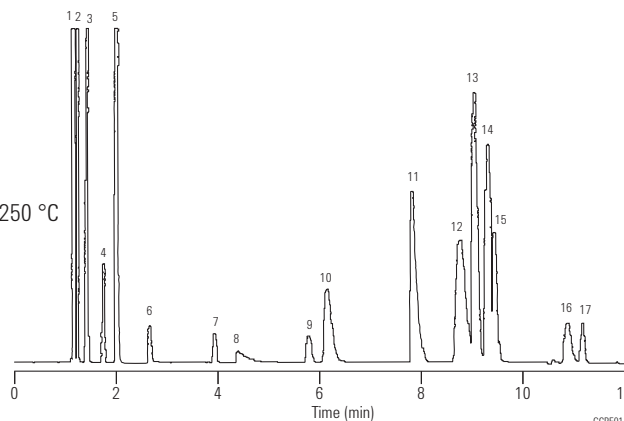
**Detector:** Detector de conductividad térmica, 250 °C  
**Muestra:** Gas de refinería y otros gases

#### Consumibles sugeridos

**Séptum:** Septa verdes avanzados de 11 mm,  
5183-4759

**Liner:** Directo, 1,5 mm d.i.,  
18740-80200

**Sello:** Sello de recubrimiento de oro,  
18740-20885



1. Aire/CO
2. C<sub>1</sub>
3. CO<sub>2</sub>
4. Etileno
5. C<sub>2</sub>
6. H<sub>2</sub>S
7. COS
8. H<sub>2</sub>O
9. Propileno
10. C<sub>3</sub>
11. MeOH
12. i-C<sub>4</sub>
13. t-C<sub>4</sub>
14. n-C<sub>4</sub>
15. cis-C<sub>4</sub>
16. i-C<sub>5</sub>
17. n-C<sub>5</sub>

### Compuestos volátiles de azufre

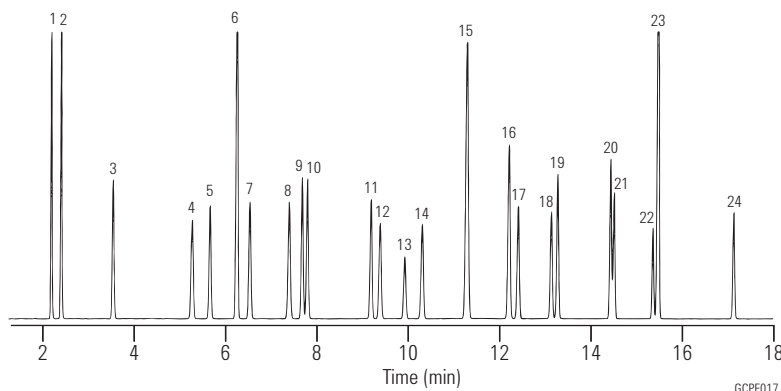
**Columna:** DB-1  
123-1035  
30 m x 0,32 mm, 5.00 µm

**Portador:** Helio a 23 cm/s (H<sub>2</sub>S a 50 °C)  
**Horno:** 50 °C durante 4 min, 50-120 °C a 20 °C/min,  
120 °C durante 4 min, 120-220 °C a  
25 °C/min, 220°C durante 2,5 min

**Inyección:** Split, 200°C  
Relación de split 1:10

**Detector:** PFPD (OI Analytical), 220 °C  
**Muestra:** 600 µl de gas azufrado estándar  
3 ppmV de cada componente

*Agilent desea agradecer a Air Toxics, Ltd. (Folsom, CA) por proporcionar la mezcla estándar que se muestra en este cromatograma.*



1. Sulfuro de hidrógeno
2. Sulfuro de carbonilo
3. Metil mercaptano
4. Etil mercaptano
5. Sulfuro de dimetilo
6. Disulfuro de carbono
7. 2-Propanetiol
8. 2-Metil-2-propanetiol
9. 1-Propanetiol
10. Etil metil sulfuro
11. Tiofeno
12. 2-Metil-1-propanetiol
13. Sulfuro de dietil
14. 1-Butanetiol
15. Disulfuro de metilo
16. 2-Metiltiofeno
17. 3-Metiltiofeno
18. Tetrahidrotiofeno
19. 1-Pentanetiol
20. 2-Eiltiofeno
21. 2,5-Dimetiltiofeno
22. 1-Hexanetiol
23. Disulfuro de etilo
24. 1-Heptanetiol

**Compuestos de azufre en propileno (1 ppm)**

**Columna:** GS-GasPro  
113-4332  
30 m x 0,32 mm

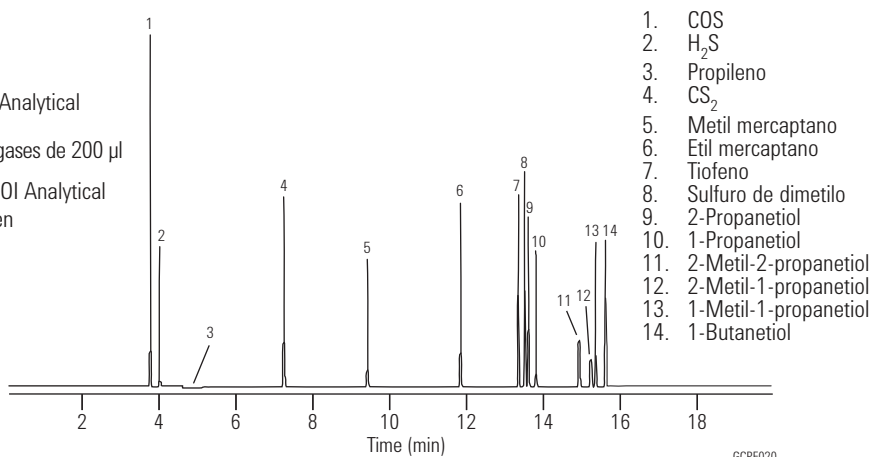
Horno: 60 °C durante 2,5 min  
60-250 °C a 10 °C/min

Inyección: Inyector de volátiles OI Analytical  
Relación de split 5:1  
Válvula de muestreo de gases de 200 µl

Detector: Modelo PFPD 5380 de OI Analytical

Muestra: Compuestos de azufre en propileno (1 ppm)

Cromatograma por cortesía de OI Analytical.



**Gasolina sin plomo**

**Columna:** DB-Petro  
122-10A6  
100 m x 0,25 mm, 0,5 µm

Portador: Helio a 25,6 cm/s

Horno: 0 °C durante 15 min  
0-50 °C a 1 °C/min  
50-130 °C a 2 °C/min  
130-180 °C a 4 °C/min  
180 °C durante 20 min

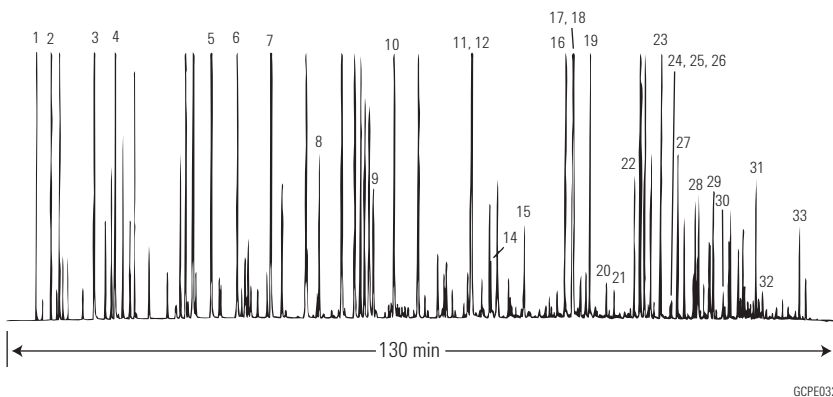
Inyección: Split, 200 °C  
Relación de split 1:300

Detector: FID, 250  
Gas auxiliar, nitrógeno  
a 30 ml/min

Muestra: 1 µl de muestra neta

- |                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1. Metano                 | 18. p-Xileno                  |
| 2. n-Butano               | 19. o-Xileno                  |
| 3. Isopentano             | 20. n-Nonano                  |
| 4. n-Pentano              | 21. Isopropilbenceno          |
| 5. n-Hexano               | 22. Propilbenceno             |
| 6. Metilciclopentano      | 23. 1,2,4-Trimetilbenceno     |
| 7. Benceno                | 24. Isobutilbenceno           |
| 8. Ciclohexano            | 25. sec-Butilbenceno          |
| 9. Isooctano              | 26. n-Decano                  |
| 10. n-Heptano             | 27. 1,2,3-Trimetilbenceno     |
| 11. Tolueno*              | 28. Butilbenceno              |
| 12. 2,3,3-Trimetilpentano | 29. n-Undecano                |
| 13. 2-Metilheptano        | 30. 1,2,4,5-Tetrametilbenceno |
| 14. 4-Metilheptano        | 31. Naftaleno                 |
| 15. n-Octano              | 32. Dodecano                  |
| 16. Etilbenceno           | 33. Tridecano                 |
| 17. m-Xileno**            |                               |

\* Punto del valle con 12 = 78%  
\*\* Punto del valle con 18 = 87%





### Patrón n-parafina

**Columna:** DB-HT SimDis

**145-1001**

**5 m x 0,53 mm, 0,15 µm**

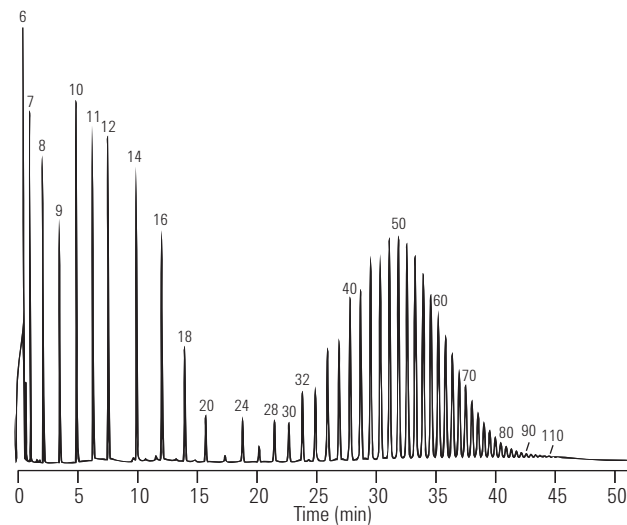
Portador: Helio a 18 ml/min, medido a 35 °C

Horno: -30-430 °C a 10 °C/min

Inyección: OPTIC PTV  
55-450 °C a 2 °C/s

Detector: FID, 450°C  
Gas auxiliar, nitrógeno a 15 ml/min

Muestra: 0,5 µl de aproximadamente 2% de n-parafinas  
en CS<sub>2</sub>



GCPE038



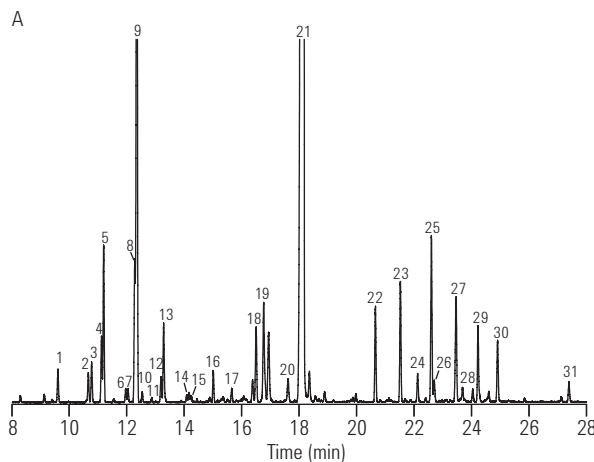
**Aceite de menta verde**

El uso de hidrógeno como gas portador y de una columna de alta eficiencia tiene como resultado un aumento de la velocidad general del 61% en comparación con el método original. Además, la resolución se mantiene durante todo el proceso de conversión del método.

**Columna A:** DB-1  
122-1032  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Columna B:** DB-1  
121-1022  
20 m x 0,18 mm, 0,18 µm

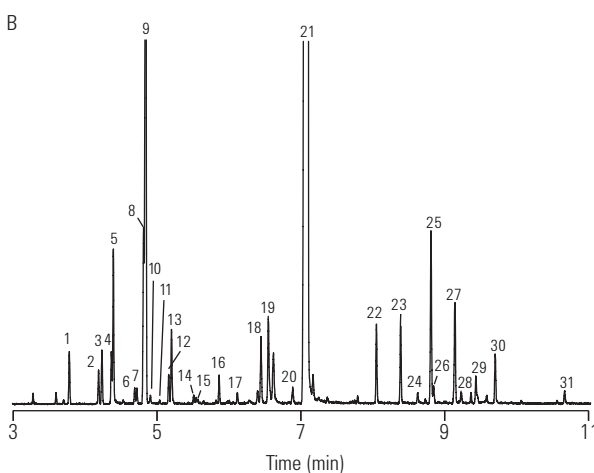
Portador: A: Helio, 25 cm/s medidos a 40 °C  
B: Hidrógeno, 47 cm/s medidos a 40 °C  
Horno: A: 40 °C, retención de 1 min, de 5 °C/min a 290 °C  
B: 40 °C, retención de 0,38 min, de 13 °C/min a 290 °C, retención de 13,09 min  
Inyección: 250 °C, split 40:1, inyección de 1 µl

**Método original con una columna DB-1 de 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm y helio como gas portador**



1.  $\alpha$ -pineno
2. Sabineno
3.  $\beta$ -pineno
4. 3-octanol
5. Mirceño
6.  $\alpha$ -terpineno
7.  $\rho$ -cimeno
8. 1,8-cineol
9. Limoneno
10. Cis-ocimeno
11. Trans-ocimeno
12.  $\gamma$ -terpineno
13. Hidrato de trans-sabineno
14. Terpinoleno
15. Linalol
16. 3-octil acetato
17. Isomentona
18. Terpinen-4-ol
19. Dihidrocarvona
20. Trans-carveol
21. l-carvona
22. Trans-dihidrocarveol acetato
23. Cis-carvil acetato
24. Cis-jasmona
25.  $\beta$ -bourboneno
26.  $\alpha$ -bourboneno
27.  $\beta$ -cariofileno
28.  $\alpha$ -copaeno
29. Trans- $\beta$ -farneseno
30. Germacreno-d
31. Viridiflorol

**Método más rápido con una columna DB-1 de alta eficiencia de 20 m x 0,18 mm, 0,18 µm con hidrógeno como gas portador**



SPEARMINT

## Caracterización de aceite de lavanda

**Columna:** DB-1ms Ultra Inert  
122-0132UI  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Portador: Agilent 7890A/5975B MSD con 6890N FID  
Muestreador: Agilent 7683B, jeringa de 5,0 µl (n.º de referencia de Agilent 5188-5246), inyección de 1,0 µl

Portador: Helio a 40 cm/s, sistema MSD de flujo constante, sistema FID de 35 cm/s

Inyector: Relación de split 200:1

Horno: 62 °C, retención de 12,5 min, de 3 °C/min a 92 °C, de 5 °C/min a 165 °C y de 100 °C/min a 310 °C, retención de 2,5 minutos

Detector: Fuente MSD a 300 °C, cuadrupolo a 180 °C, línea de transferencia a 280 °C, intervalo de barrido de 45-450 unidades de masa atómica

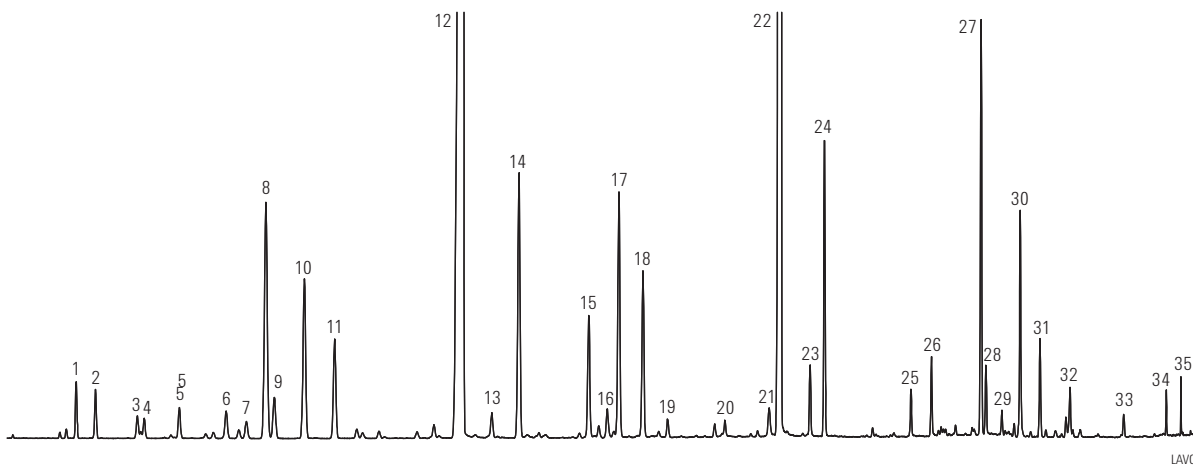
### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

Liner: Liner certificado MS, split de una punta con restricción para contener lana de vidrio, 5188-6576

Jeringa: Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. $\alpha$ -pineno        | 19. Butirato de hexilo    |
| 2. Camfeno                 | 20. Aldehído cúmico       |
| 3. 1-octen-3-ol            | 21. cis-geraniol          |
| 4. 3-octanona              | 22. Acetato de linalol    |
| 5. $\beta$ -mirceno        | 23. Acetato de borneol    |
| 6. 3-careno                | 24. Acetato lavandulilo   |
| 7. o-cimeno                | 25. Acetato de nerol      |
| 8. Eucaliptol              | 26. Acetato de geraniol   |
| 9. D-limoneno              | 27. Cariofileno           |
| 10. $\beta$ -trans-ocimeno | 28. $\alpha$ -santoloeno  |
| 11. $\beta$ -cis-ocimeno   | 29. $\alpha$ -bergamoteno |
| 12. $\beta$ -Linalol       | 30. $\beta$ -farneseno    |
| 13. Octen-1-ol acetato     | 31. Germacreno D          |
| 14. Camfor                 | 32. $\gamma$ -cardineno   |
| 15. Borneol                | 33. Óxido de cariofileno  |
| 16. Lavandulol             | 34. Tau-cardinol          |
| 17. Terpinen-4-ol          | 35. $\alpha$ -bisabolol   |
| 18. $\alpha$ -terpinol     |                           |



Cromatograma de ion total GC/MS de una muestra de aceite de lavanda en una columna capilar Agilent J&W DB-1ms Ultra Inert de 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm (n.º de referencia 122-0132UI). Los picos nítidos y con una resolución correcta observados en la columna garantizan un análisis y una caracterización molecular fiables de los aceites de lavanda.



**Patrón de referencia de fragancias I**

**Columna:** DB-1  
122-1032  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

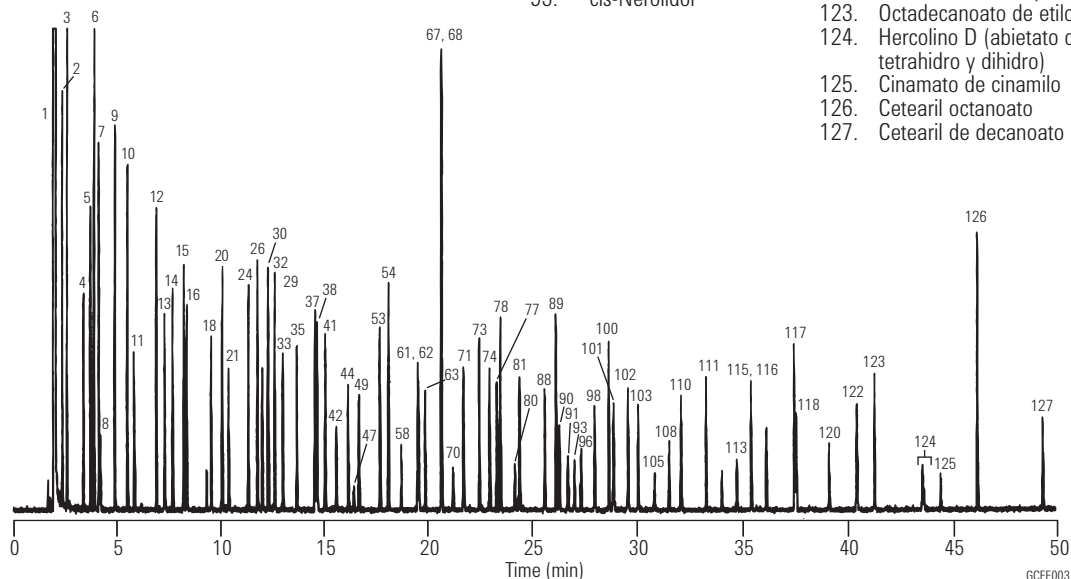
Portador: Helio a 25 cm/s, medido a 150  
Horno: 40 °C durante 1 min  
40-290 °C a 5 °C/min  
Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 01:50:00  
Detector: MSD, 300 °C en la línea de transferencia  
Muestra: 1 µl de una dilución 1:20 de una muestra neta en acetona

*Nuestro agradecimiento a Carl Frey, Gerente de Analytical Services, Dragoco y a Kevin Myung, Director de Flavor and Perfumery Research, Bush Boake Allen, Inc. por contribuir a este trabajo.*

**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Split, una punta, baja caída de presión, lana de vidrio, 5183-4647  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885  
Jeringa: Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

- |  |                            |                               |  |
|--|----------------------------|-------------------------------|--|
| 1. Acetona                               | 28. Metil-cresol           | 60. Geraniol                  | 96. Rosatol (rosetona)                                     |
| 2. 2,3-Butanediona (diacetilo)           | 29. Alcohol bencílico      | 61. Acetato de linalilo       | Butirato de geraniol                                       |
| 3. Acetato de etilo                      | 30. para-cimeno            | 62. Geranial                  | 97. trans-Nerolidol  |
| 4. 2,3-Pentanediona (acetilo propionilo) | 31. 1,8-Cineol             | 63. Hidroxicitronelal         | 98. n-Salicilato de amilo                                  |
| 5. Propionato de etilo                   | 32. Limoneno               | 64. Formato de citronelilo    | 99. Tiglato de feniletilo                                  |
| 6. Butirato de metilo                    | 33. 2,6-Dimetilhept-5-enal | 66. Acetato de bornilo        | 100. Dodecanoato de etilo                                  |
| 7. Alcohol de 3-metilbutilo              | 34. γ-Terpineno            | 67. Vertenex (isómero 1)      | 101. Benzofenona   |
| 8. Alcohol de 2-metilbutilo              | 35. Octanol                | 68. Nonanoato de etilo        | 102. Éter dibencílico                                      |
| 9. Acetato de isobutilo                  | 37. Heptanoato de etilo    | 69. Formato de geraniol       | 103. γ-Dodecalactona                                       |
| 10. Butirato de etilo                    | 38. Linalool               | 70. Vertenex (isómero 2)      | 104. Tiglato de citronelilo                                |
| 11. Furfural                             | 39. Etanol benceno         | 71. γ-Nonalactona             | 105. Evrenil   |
| 12. Isovalerato de etilo                 | 41. Óxido rosa, rosa cis   | 72. Acetato de citronelilo    | 106. Tiglato de geraniol                                   |
| 13. Hexanol                              | 42. Óxido rosa, rosa trans | 73. Acetato de nerilo         | 107. Valerato geraniol-2-metilo                            |
| 14. Butirato de alilo                    | 43. Canfor                 | 74. Acetato de geraniol       | 108. Celestocido   |
| 15. Pentaonato de etilo                  | 44. Citronelal             | 76. Óxido de difenilo         | 109. Heptadec-1-eno  |
| 16. Hexilenglicol                        | 45. Acetato de bencilo     | 78. Decanoato de etilo        | 110. Benzoato de bencilo                                   |
| 17. α-Tuyona                             | 46. Mentona                | 79. α-Copaeno                 | 111. Tetradecanoato de etilo                               |
| 18. Benzaldehído                         | 47. Isoborneol             | 80. Florazona (isómero 1)     | 112. Salicilato de bencilo                                 |
| 19. α-pineno                             | 48. Isomentona             | 81. Florazona (isómero 2)     | 113. Tonalide  |
| 20. Canfeno                              | 49. Borneol                | 82. β-Cariofileno             | 114. Nonadec-1-eno   |
| 21. 3,5,5-Trimetilhexanol                | 51. Terpineno-4-ol         | 83. Propionato de citronelilo | 115. Isopropilmiristato                                    |
| 22. Sabineno                             | 52. α-Terpineol            | 85. 3,7-Guaiadieno            | 116. Pentadecanoato de etilo                               |
| 23. β-pineno                             | 53. Octanoato de etilo     | 88. Dodecanol                 | Nonadecano   |
| 24. Hexanoato de etilo                   | 54. Acetato de octilo      | 89. Undecanoato de etilo      | 117. Hexadecanoato de etilo                                |
| 25. Mirceno                              | 56. Acetato de fenchilo    | 90. Acetato de eugenilo       | 118. Musk T (brasilato de etileno)                         |
| 26. Acetato de hexilo                    | 57. Citronelol             | 91. Frambiona                 | 119. Eicosano  |
| Óxido cis-Linalool                       | 58. Neral                  | (cetona de frambuesa)         | 120. Acetato fenil de cinamilo                             |
| Benzoato de metilo                       | 59. Carvonel               | 93. Salicilato de isoamilo    | 121. Heneicosano   |
| Óxido trans-Linalool                     | Acetato de feniletilo      | 94. δ-Cadineno                | 122. Cinamato de etilo y fenilo                            |
|  |                            | 95. cis-Nerolidol             | 123. Octadecanoato de etilo                                |
|  |                            |                               | 124. Hercolino D (abietato de metilo tetrahidro y dihidro) |
|  |                            |                               | 125. Cinamato de cinamilo                                  |
|  |                            |                               | 126. Cetearil octanoato                                    |
|  |                            |                               | 127. Cetearil de decanoato                                 |



## Patrón de referencia de fragancias II

**Columna:** DB-WAX  
122-7032  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

**Portador:** Helio a 25 cm/s,  
medido a 150 °C

**Horno:** 45°C durante 2 min  
45-250°C a 3°/min  
250°C durante 34 min

**Inyección:** Split, 250°C  
Relación de split 01:50:00

**Detector:** MSD, 250 °C en la línea de transferencia

**Muestra:** 1 µl de una dilución 1:20 de una muestra  
neta en acetona

*Un especial agradecimiento a Carl Frey, Director de Analytical Services, Dragoco, y Kevin Myung, Director de Flavor and Perfumery Research, Bush Boake Allen, Inc. por su contribución en este trabajo.*

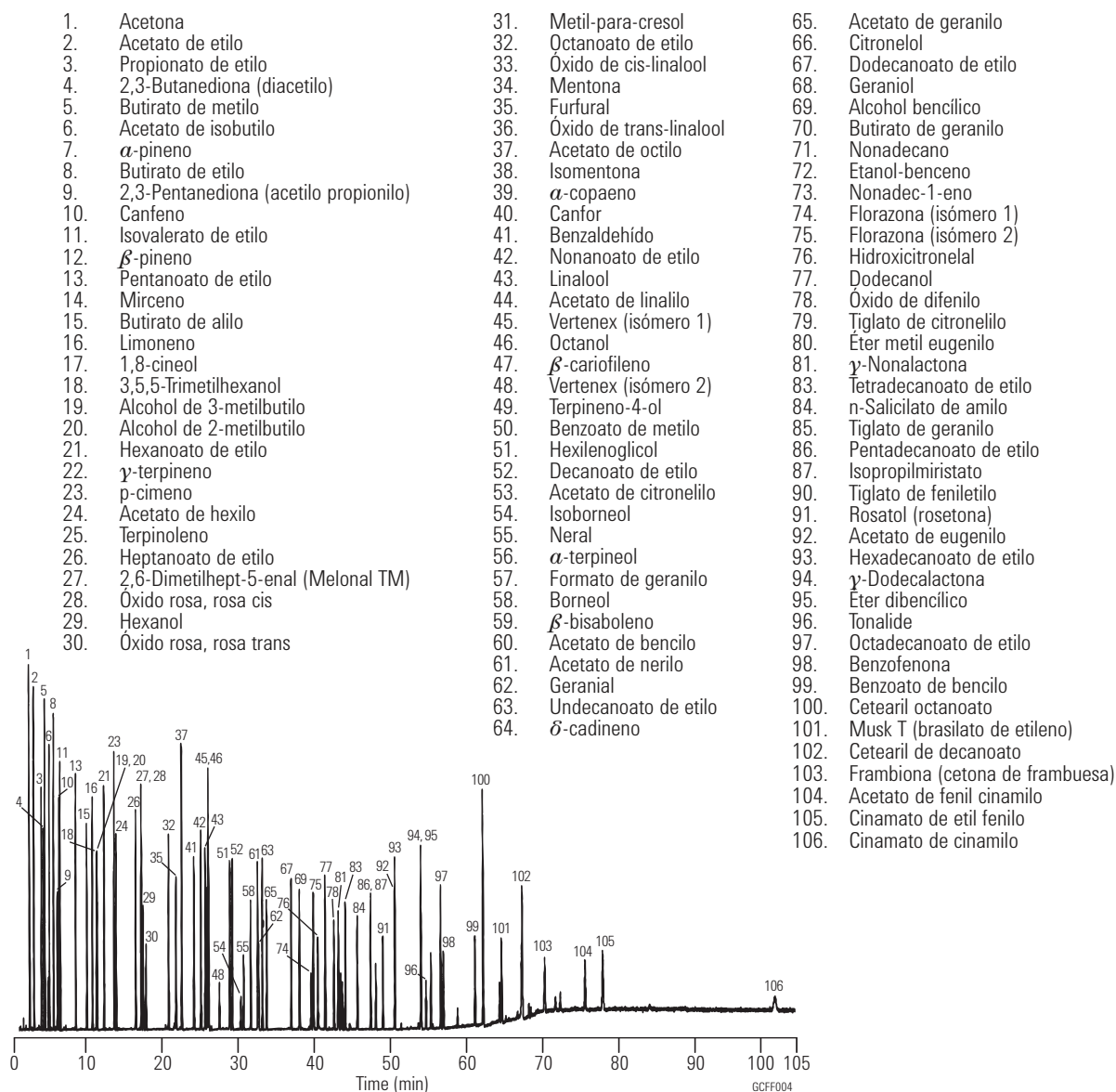
### Consumibles sugeridos

**Séptum:** Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

**Liner:** Split, una punta, baja caída de presión,  
lana de vidrio, 5183-4647

**Sello:** Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885

**Jeringa:** Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273



### Perfume

**Columna:** HP-INNOWax  
19091N-133  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

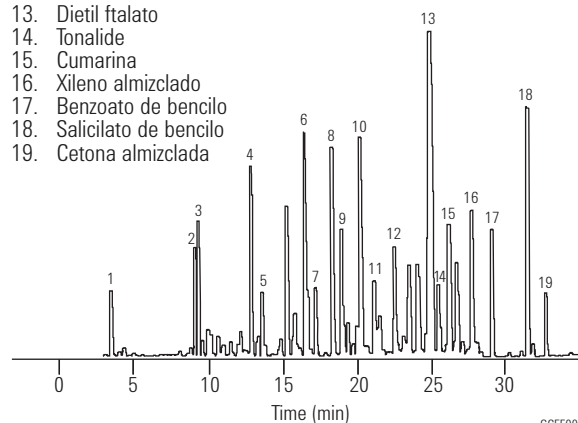
Portador: Helio, 30 cm/s  
flujo constante de 0,9 ml/min

Horno: 80 °C durante 1 min  
80-250 °C a 5 °C/min  
250 °C durante 2 min

Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 20:1

Detector: MSD, 280 °C

1. Limoneno
2. Linalool
3. Acetato de linalilo
4. Acetato de bencilo
5. Citronelol
6. Etanol benceno
7.  $\alpha$ -Metil ionona
8. Carvocol y geraiol
9. Salicilato de isoamilo
10. n-Salicilato de amilo
11. Acetato de comamilo
12. Acetilcedreno
13. Dietil ftalato
14. Tonalide
15. Cumarina
16. Xileno almizclado
17. Benzoato de bencilo
18. Salicilato de bencilo
19. Cetona almizclada



#### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

Liner: Split, una punta, baja caída de presión, lana de vidrio, 5183-4647

Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885

Jeringa: Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

### Compuestos quirales en aceites esenciales y fragancias

**Columna:** HP Chiral  $\beta$   
19091G-B233  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

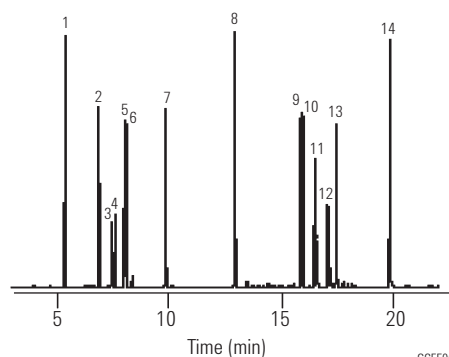
Portador: Hidrógeno, 39 cm/s, presión constante  
65 °C para 1 min

Horno: 65-170 °C a 5 °C/min

Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 30:1

Detector: Detector de ionización de llama, 300 °C

Muestra: 1 µl  
0,25 ng/µl para cada analito en hexano



1. 1,2-dimetilbenceno
2. Mirceol
3. (-)-canfeno
4. (+)-canfeno
5. (+)- $\beta$ -pineno
6. 1S-(-)- $\beta$ -pineno
7. Cineola
8. (R)-(+)-citronelol
9. 1S,2R,5S-(+)-mentol
10. 1R,2S,5R-(-)-mentol
11.  $\alpha$ -terpineol
12. (+/-)-isoborneol
13. (+)-borneol
14. Transcinamaldehído

### Mentol

**Columna:** Cyclodex- $\beta$   
112-2532  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

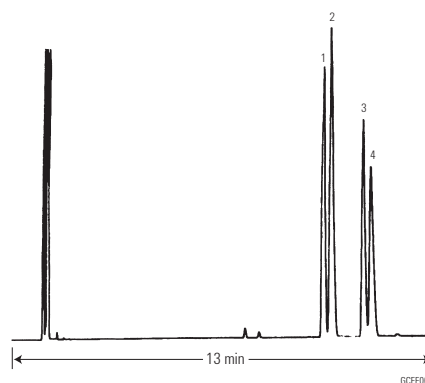
Portador: Hidrógeno, 55 cm/s

Horno: 105 °C isotérmico

Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 1:100

Detector: FID, 300 °C  
Gas auxiliar, nitrógeno a 30 ml/min

Muestra: 1 µl de 1 µg/µl cada cloroformo

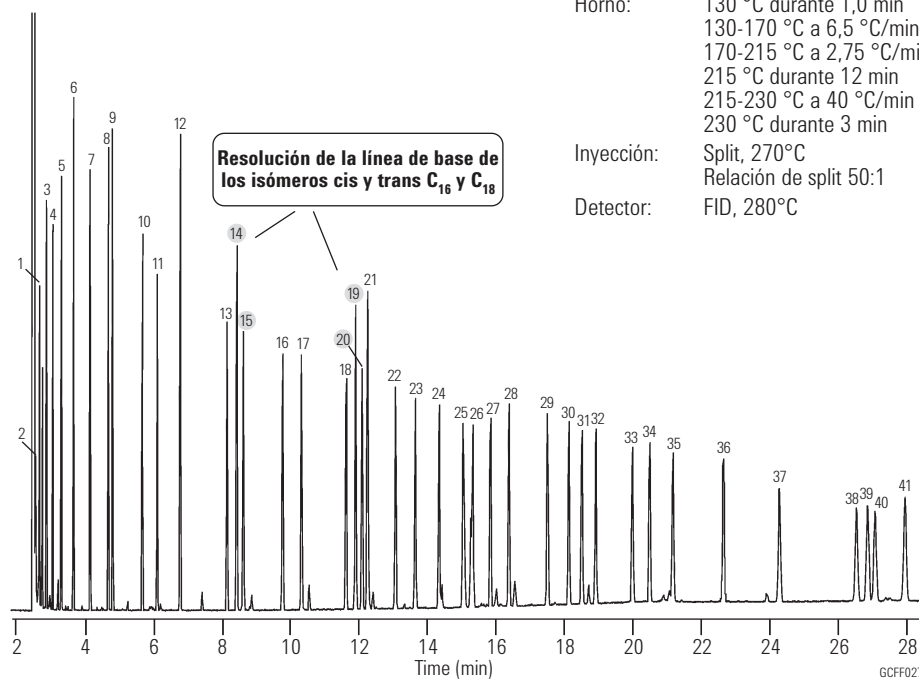


1. (+)-Neomentol
2. (-)-Neomentol
3. (+)-Mentol
4. (-)-Mentol

## FAME I

**Columna:** DB-23  
122-2362  
60 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Cromatograma proporcionado por cortesía de Steve Watkins y Jeremy Ching, FAME Analytics, <http://www.fameanalytics.com>



Portador: Hidrógeno a 43 cm/s  
Modo de presión constante

Horno: 130 °C durante 1,0 min  
130-170 °C a 6,5 °C/min  
170-215 °C a 2,75 °C/min  
215 °C durante 12 min  
215-230 °C a 40 °C/min  
230 °C durante 3 min

Inyección: Split, 270°C  
Relación de split 50:1

Detector: FID, 280°C

1. C<sub>6:0</sub>
2. C<sub>7:0</sub>
3. C<sub>8:0</sub>
4. C<sub>9:0</sub>
5. C<sub>10:0</sub>
6. C<sub>11:0</sub>
7. C<sub>12:0</sub>
8. BHT
9. C<sub>13:0</sub>
10. C<sub>14:0</sub>
11. C<sub>14:1n5</sub>
12. C<sub>15:0</sub>
13. C<sub>16:0</sub>
14. C<sub>16:1n7(trans)</sub>
15. C<sub>16:1n7(cis)</sub>
16. C<sub>17:0</sub>
17. C<sub>17:1</sub>
18. C<sub>18:0</sub>
19. C<sub>18:1n9(trans)</sub>
20. C<sub>18:1n9(cis)</sub>
21. C<sub>18:1n7</sub>
22. C<sub>18:2n6</sub>
23. C<sub>18:3n6</sub>
24. C<sub>18:3n3</sub>
25. C<sub>18:2(d9,11)</sub>
26. C<sub>18:2(d10,12)</sub>
27. C<sub>20:0</sub>
28. C<sub>20:1n5</sub>
29. C<sub>20:2n6</sub>
30. C<sub>20:3n6</sub>
31. C<sub>20:4n6</sub>
32. C<sub>20:3n3</sub>
33. C<sub>20:5n3</sub>
34. C<sub>22:0</sub>
35. C<sub>22:1n5</sub>
36. C<sub>22:2n6</sub>
37. C<sub>22:4n6</sub>
38. C<sub>22:5n3</sub>
39. C<sub>24:0</sub>
40. C<sub>22:6n3</sub>
41. C<sub>24:1n5</sub>

### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Split, una punta, baja caída de presión, lana de vidrio, 5183-4647  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885  
Jeringa: Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

**Alcoholes I**

**Columna: DB-624  
125-1334**

**30 m x 0,53 mm, 3 µm**

Portador: Helio a 30 cm/s,  
medido a 40 °C

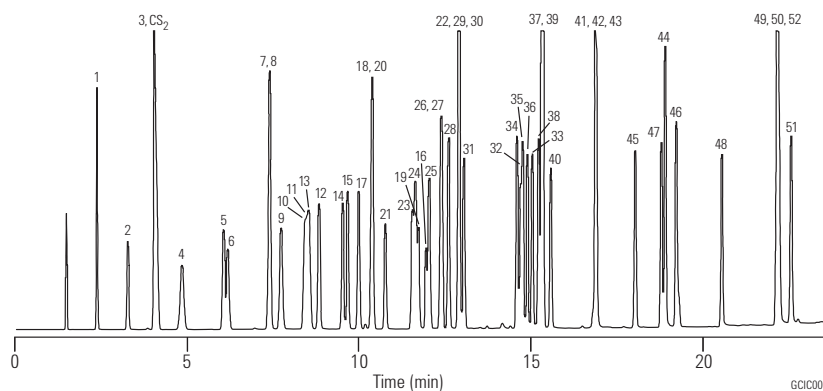
Horno: 40 °C durante 5 min  
40-260 °C a 10 °C/min  
260 °C durante 3 min

Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 01:10:00

Detector: FID, 300 °C  
Gas auxiliar, nitrógeno a 30 ml/min

Muestra: 1 µl de 0,01-0,05% de cada  
disolvente en CS<sub>2</sub>

- |  |  |
|--|--|
| 1. Metanol                                 | 15. 2-Buteno-1-ol (alcohol crotilico)          |
| 2. Etanol                                  | 16. Etilenglicol                               |
| 3. Isopropanol                             | 17. 1-Penten-3-ol                              |
| 4. Terbutanol                              | 18. 2-Pentanol                                 |
| 5. 2-Propeno-1-ol (alcohol alílico)        | 19. Glicidol                                   |
| 6. 1-Propanol                              | 20. 3-Pentanol                                 |
| 7. 2-Propino-1-ol (alcohol propargílico)   | 21. 2-Etoxietanol (cellosolve)                 |
| 8. sec-Butanol                             | 22. Propilenglicol                             |
| 9. 2-Metil-3-buteno-2-ol                   | 23. 3-Metil-1-butanol (alcohol isoamílico)     |
| 10. Isobutanol                             | 24. 2-Metil-1-butanol (alcohol activo amílico) |
| 11. 2-Metoxietanol (cellosolve metílico)   | 25. 4-Metil-2-pentanol                         |
| 12. 3-Buteno-1-ol                          | 26. 1-Pentanol                                 |
| 13. 2-Metil-2-butanol (alcohol teramílico) | 27. 2-Penten-1-ol                              |
| 14. 1-Butanol                              | 28. 3-Metil-2-buteno-1-ol                      |
|  | 29. Ciclopentanol                              |
|  | 30. 3-Hexanol                                  |
|  | 31. 2-Hexanol                                  |
|  | 32. 4-Hidroxi-4-metil-2-pentanona              |
|  | 33. Alcohol furfúrico                          |
|  | 34. cis-3-Hexeno-1-ol                          |
|  | 35. 1-Hexanol                                  |
|  | 36. cis-2-Hexeno-1-ol                          |
|  | 37. Ciclohexanol                               |
|  | 38. 3-Heptanol                                 |
|  | 39. 2-Heptanol                                 |
|  | 40. 2-Butoxietanol (cellosolve butílico)       |
|  | 41. cis-4-Hepteno-1-ol                         |
|  | 42. trans-2-Hepteno-1-ol                       |
|  | 43. 1-Heptanol                                 |
|  | 44. Alcohol bencílico                          |
|  | 45. 2-Etil-1-hexanol                           |
|  | 46. a-Alcohol metilfenílico                    |
|  | 47. 1-Octanol                                  |
|  | 48. 1-Nonanol                                  |
|  | 49. 2-Fenoxietanol                             |
|  | 50. a-Alcohol etilfenético                     |
|  | 51. b-Alcohol etilfenético                     |
|  | 52. 1-Decanol                                  |



**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Split, una punta, baja caída de presión, lana de vidrio, 5183-4647  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885  
Jeringa: Afilada de 5 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273



El nuevo sello de inyector pendiente de patente de Agilent prolonga la vida útil de la columna, ya que elimina los surcos producidos mecánicamente, los cuales pueden ser el origen de diminutas fugas.

## Hidrocarburos halogenados I

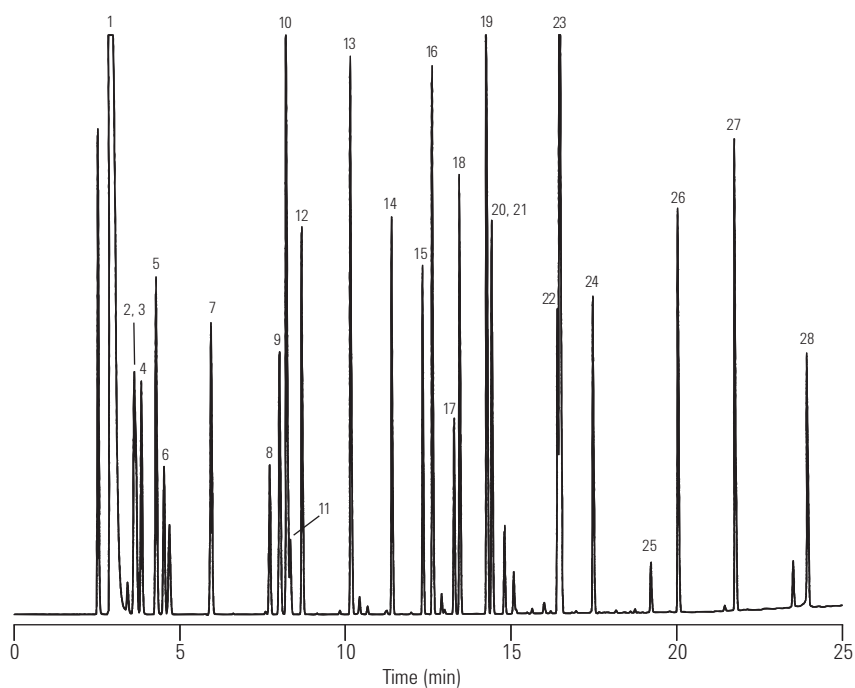
**Columna:** DB-624  
123-1334  
30 m x 0,32 mm, 1,80 µm

Portador: Helio a 35 cm/s  
Horno: 35 °C durante 5 min  
35-245 °C a 10 °C/min  
Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 01:50:00  
Detector: FID, 300 °C  
Gas auxiliar, nitrógeno a 30 ml/min

### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Liner split/splitless de uso general, punta, lana de vidrio, 5183-4711  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885  
Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

1. Pentano
2. Iodometano
3. 1,1-Dicloroetano
4. 1,1,2-Triclorotrifluoroetano (Freón-113)
5. 3-Cloropropeno (cloruro de alilo)
6. Cloruro de metileno
7. 1,1-Dicloroetano
8. Cloroformo
9. 1,1,1-Tricloroetano
10. 1-Clorobutano
11. Tetracloruro de carbono
12. 1,2-Dicloroetano
13. 1,2-Dicloropropano
14. cis-1,2-Dicloropropeno
15. trans-1,2-Dicloropropeno
16. 1,1,2-Tricloroetano
17. 1,1,1,2-Tetracloroetano
18. 1,2-Dibromoetano (EDB)
19. 1-Clorohexano
20. trans-1,4-Dicloro-2-buteno
21. Yodoformo
22. Hexaclorobutadieno
23. 1,2,3-Tricloropropano
24. 1,1,2,2-Tetracloroetano
25. Pentacloroetano
26. 1,2-Dibromo-3-cloropropano (DBCP)
27. Hexacloroetano
28. Hexaclorociclopentadieno



GCIC034

### Disolventes aromáticos

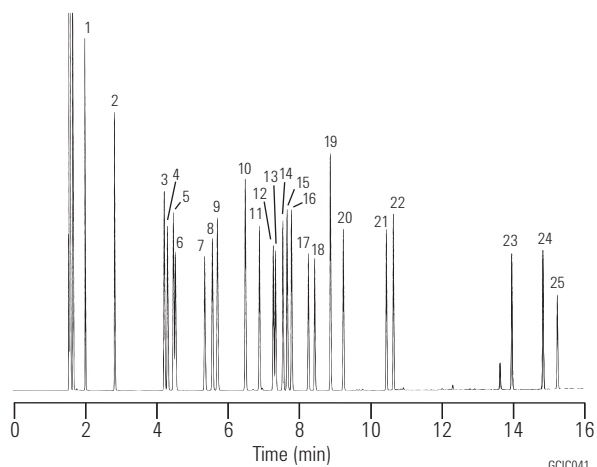
**Columna:** DB-200  
122-2032  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Portador: Helio a 31 cm/s  
Horno: 50 °C durante 5 min  
50-160 °C a 10 °C/min  
Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 1:100  
Detector: FID, 300 °C  
Gas auxiliar, nitrógeno a 30 ml/min  
Muestra: 0,5 µl de 0,5 µg/µl  
estándar en hexano

#### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Liner split/splitless de uso general, punta, lana de vidrio, 5183-4711  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885  
Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

- |                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| 1. Benceno          | 14. Terbutilbenceno        |
| 2. Tolueno          | 15. sec-Butilbenceno       |
| 3. Etilbenceno      | 16. Isobutilbenceno        |
| 4. Clorobenceno     | 17. 1,3-Diclorobenceno     |
| 5. p-Xileno         | 18. 1,4-Diclorobenceno     |
| 6. m-Xileno         | 19. n-Butilbenceno         |
| 7. o-Xileno         | 20. 1,2-Diclorobenceno     |
| 8. Estireno         | 21. 1,3-Diisopropilbenceno |
| 9. Isopropilbenceno | 22. 1,4-Diisopropilbenceno |
| 10. n-Propilbenceno | 23. 2-Nitrotolueno         |
| 11. 2-Clorotolueno  | 24. 3-Nitrotolueno         |
| 12. 3-Clorotolueno  | 25. 4-Nitrotolueno         |
| 13. 4-Clorotolueno  |                            |



### Fenoles I

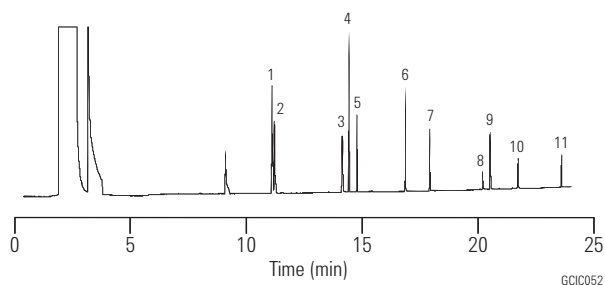
**Columna:** HP-5MS  
19091S-433  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Portador: Helio a 33 cm/s, flujo constante  
Horno: 35 °C durante 5 min  
35-220 °C a 8 °C/min  
Inyección: Splitless, 250 °C  
Detector: FID, 300 °C  
Muestra: 1 µl  
20 µg/ml de fenoles en cloruro de metileno

#### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Conexión directa, una punta, desactivado, 4 mm d.i., G1544-80730  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885  
Jeringa: Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

1. Fenol
2. 2-Clorofenol
3. 2-Nitrofenol
4. 2,4-Dimetilfenol
5. 2,4-Diclorofenol
6. 4-Cloro-3-metilfenol
7. 2,4,6-Trinitrofenol
8. 2,4-Dinitrofenol
9. 4-Nitrofenol
10. 2-Metil-4,6-dinitrofenol
11. Pentaclorofenol





## Gases inorgánicos

**Columna:** GS-GasPro  
113-4332  
30 m x 0,32 mm

Portador: Helio a 53 cm/s  
Horno: 25 °C durante 3 min  
25-200 °C a 10 °C/min  
200 °C mantener

Inyección: Split, 200 °C  
Relación de split 01:50:00

Detector: TCD, 250 °C

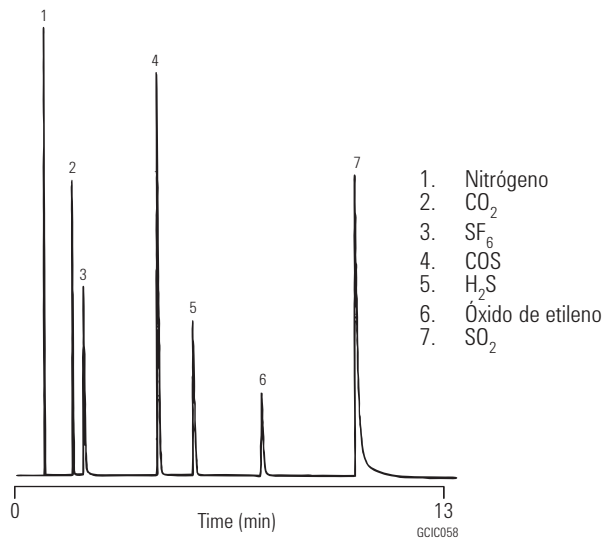
Muestra: 50 µl

### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm,  
5183-4759

Liner: Directo, 1,5 mm d.i., 18740-80200

Sello: Sello de recubrimiento de oro,  
18740-20885





**Benzodicepinas I**

**Columna:** DB-5MS Ultra Inert  
122-5532UI  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

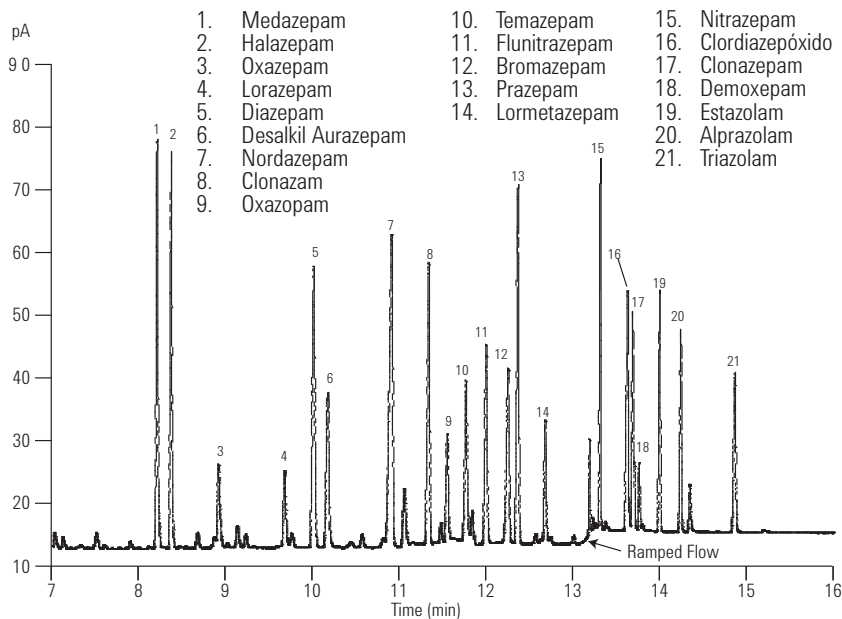
**Portador:** Hidrógeno a 53 cm/s, flujo constante  
1,6 durante 11 min  
1,6 a 2,4 a 60 ml/min<sub>2</sub>  
mantenido 2 min  
2,4 a 5,0 a 50 ml/min<sup>2</sup>  
mantenido 9 min

**Horno:** 170 °C durante 3,2 min  
170-250 °C a 24,7 °C/min,  
mantenido 5,3 min  
250-280 °C a 18,6 °C/min,  
mantenido 4,0 min  
280-325 °C a 50,0 °C/min,  
mantenido 4 min

**Inyección:** Splitless impulsado, 280 °C  
20 psi de presión de impulso  
durante 0,38 min  
50 ml/min de purga a 0,40 min  
Liner de conexión directa  
G1544-80730

**Detector:** FID, 350 °C

**Muestra:** 1 µl de 5-10 ppm



El análisis de benzodicepinas y otras drogas es un reto especialmente complicado debido a su alto nivel de actividad. Por este motivo, todos los aspectos del paso de la muestra, especialmente la columna GC, deben estar lo más inertes posible.

BENZODIAZ

**Anfetaminas y precursores - Derivados TMS**

**Columna:** DB-5  
121-5023  
20 m x 0,18 mm, 0,40 µm

**Portador:** Helio a 39 cm/s, medido a 100°C

**Horno:** 100-240 °C a 10 °C/min

**Inyección:** Split, 250°C  
Relación de split 1:100

**Detector:** FID, 300°C

**Muestra:** Gas auxiliar, nitrógeno a 30 ml/min  
1 µl de 2 µg/µl de cada uno en piridina

**Consumibles sugeridos**

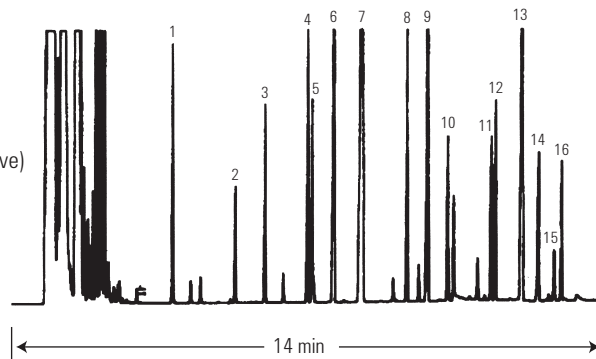
**Séptum:** Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

**Liner:** Liner split/splitless de uso general, punta, lana de vidrio, 5183-4711

**Sello:** Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885

**Jeringa:** Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Fenilacetona      | 9. Fenacetina                                  |
| 2. Dimetilamfetamina | 10. 3,4-Metilenedioxianfetamina (MDA)          |
| 3. Anfetamina        | 11. 3,4-Metilenedioximetilamfetamina           |
| 4. Fentermina        | 12. 4-Metil-2,5-dimetoxianfetamina (STP)       |
| 5. Metanfetamina     | 13. Fenilefedrina                              |
| 6. Metil efedrina    | 14. 3,4-Metilenedioxietilamfetamina (MDE; Eve) |
| 7. Nicotinamina      | 15. Cafeína                                    |
| 8. Efedrina          | 16. Benzfetamina                               |



GCLS004



## Barbitúricos

**Columna:** DB-35ms  
122-3832  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

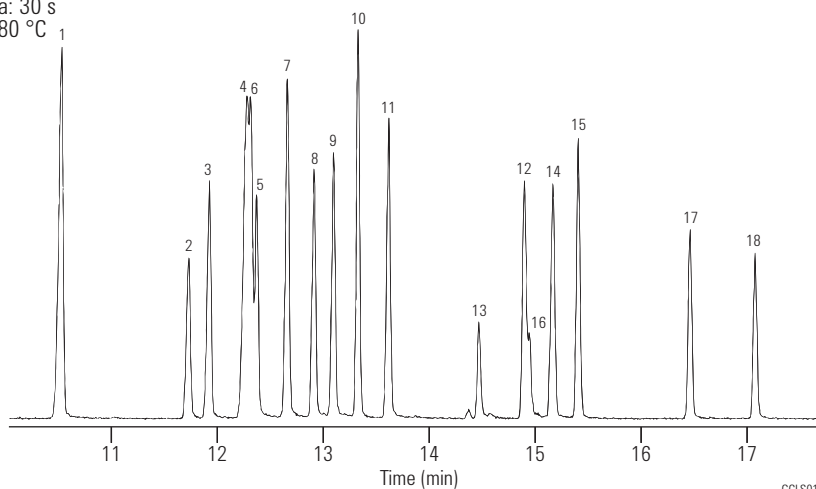
**Portador:** Helio a 31 cm/s, medido a 50 °C

**Horno:** 50 °C durante 0,5 min  
50-150 °C a 25 °C/min  
150-300 °C a 10 °C/min

**Inyección:** Splitless, 250 °C

**Detector:** Tiempo de activación de la purga: 30 s  
MSD, línea de transferencia a 280 °C  
Barrido completo a m/z 40-270

1. Barbitál
2. Alobarbitál
3. Aprobarbitál
4. Butabarbitál
5. Butetal
6. Butalbitál
7. Amobarbitál
8. Talbutal
9. Pentobarbitál
10. Metohexital
11. Secobarbitál
12. Hexobarbitál
13. Tiopental
14. Ciclopentilbarbitál
15. Mefobarbitál
16. Tiamilal
17. Fenobarbitál
18. Alfenal



### Consumibles sugeridos

**Séptum:** Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

**Liner:** Splitless, una punta, desactivado, 4 mm d.i.,  
5181-3316

**Sello:** Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885

**Jeringa:** Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

## Narcóticos

**Columna:** DB-5ms  
122-5532  
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

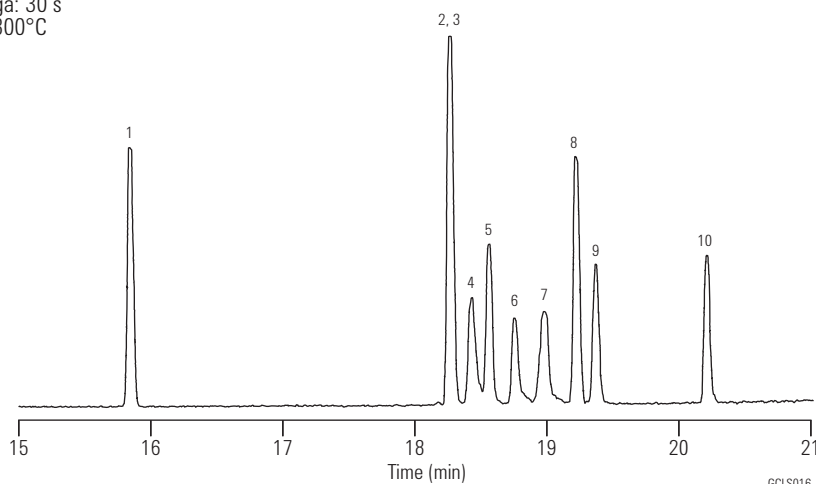
**Portador:** Helio a 31 cm/s, medido a 50 °C

**Horno:** 50 °C durante 0,5 min  
50-150 °C a 25 °C/min  
150-325 °C a 10 °C/min

**Inyección:** Splitless, 250 °C

**Detector:** Tiempo de activación de la purga: 30 s  
MSD, línea de transferencia a 300 °C  
Barrido completo a m/z 40-380

1. Dextrometorfán
2. Codeína
3. Dihidrocodeína
4. Norcodeína
5. Etilmorfina
6. Morfina
7. Normorfina
8. 6-Acetilcodeína
9. 6-Monoacetilmorfina
10. Heroína



### Consumibles sugeridos

**Séptum:** Septa verdes avanzados de 11 mm, 5183-4759

**Liner:** Conexión directa, una punta, desactivado, 4 mm  
d.i., G1544-80730

**Sello:** Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885

**Jeringa:** Afilada de 10 µl, FN 23-26s/42/HP,  
5181-1267

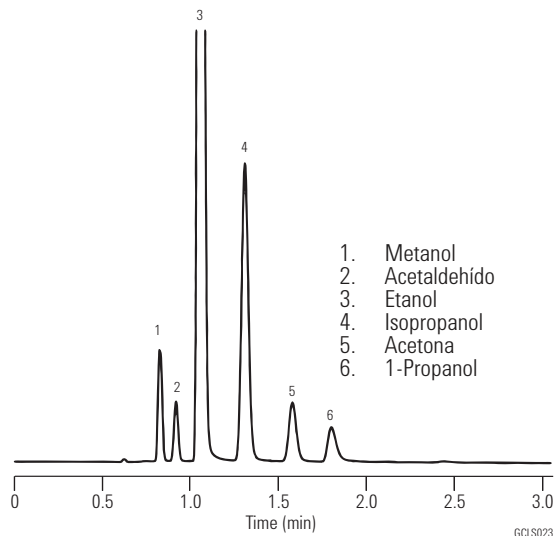
**Alcoholes en sangre I (espacio de cabeza estático/Split)**

**Columna:** DB-ALC1  
125-9134  
30 m x 0,53 mm, 3,00 µm

Portador: Helio a 80 cm/s,  
medido a 40 °C  
Horno: 40 °C isotérmico  
Muestreador: Espacio de cabeza  
Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split 01:10:00  
Detector: FID, 300 °C  
Gas auxiliar, nitrógeno  
a 23 ml/min

**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm,  
5183-4759  
Liner: Directo, 1,5 mm d.i., 18740-80200  
Sello: Sello de recubrimiento de oro, 18740-20885



**Alcoholes en sangre II (espacio de cabeza estático/Split)**

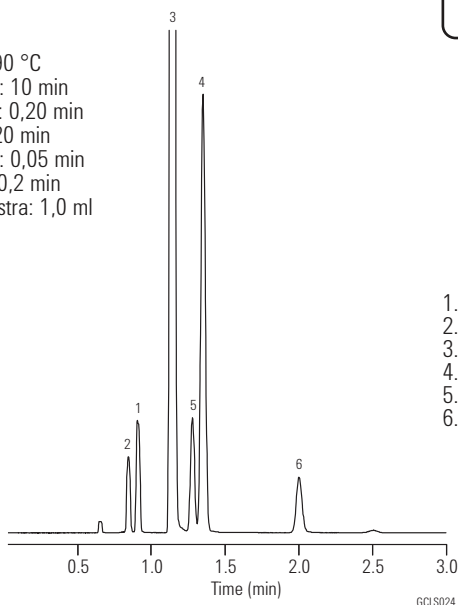
**Columna:** DB-ALC2  
125-9234  
30 m x 0,53 mm, 2,00 µm

Portador: Helio a 80 cm/s,  
medido a 40 °C  
Horno: 40 °C isotérmico  
Muestreador: Espacio de cabeza  
Horno: 70 °C  
Loop: 80 °C  
Línea de transferencia: 90 °C  
Tiempo de equilibrio vial: 10 min  
Tiempo de presurización: 0,20 min  
Tiempo llenado loop: 0,20 min  
Tiempo de equilibrio vial: 0,05 min  
Tiempo inyección: 0,1 - 0,2 min  
Tamaño de loop de muestra: 1,0 ml

Inyección: Split, 250 °C  
Relación de split  
01:10:00  
Detector: FID, 300 °C  
Gas auxiliar, nitrógeno  
a 23 ml/min  
Muestra: 0,1% Etanol,  
0,001% Otros

**Consumibles sugeridos**

Séptum: Septa verdes avanzados  
de 11 mm, 5183-4759  
Liner: Directo, 1,5 mm d.i.,  
18740-80200  
Sello: Sello de recubrimiento de oro,  
18740-20885





## Disolventes residuales, diluyente DMI

**Columna:** DB-624  
123-1364  
60 m x 0,32 mm, 1,80 µm

Agradecimiento especial a Julie Kancler, Brian Wallace, Teledyne.

**Horno:** 50-60 °C, 1 °C/min  
60-115 °C, 9,2 °C/min  
115-220 °C, 35 °C/min  
220 °C, retención de 6 min

**Muestreador:** Espacio de cabeza  
Placas 140 °C  
Línea de transferencia y  
válvula 250 °C  
Loop de muestra de 2 ml

**Inyección:** Split, 250 °C  
Relación de split 1:18

**Detector:** Detector de ionización de llama,  
270 °C  
Gas auxiliar de nitrógeno

**Muestra:** Patrón de 5.000 ppm

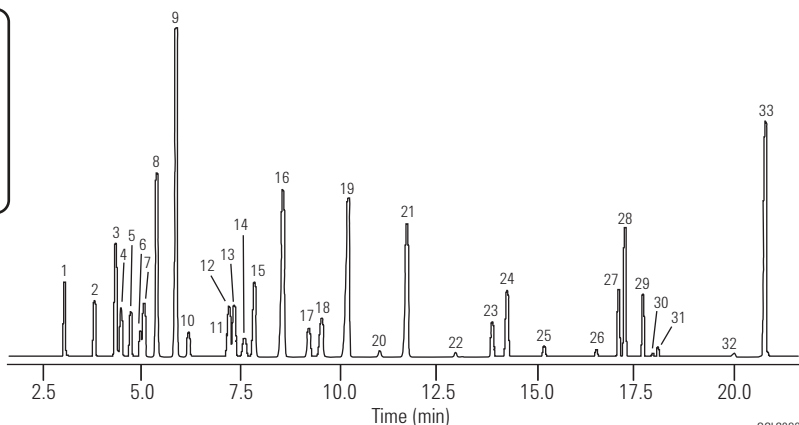
- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Metanol                         | 17. Acetato isopropílico                |
| 2. Etanol                          | 18. 1,2-dimetoxietano                   |
| 3. Acetona                         | 19. Heptano                             |
| 4. 2-propanol                      | 20. 1-metoxi-2-propanol                 |
| 5. Acetonitrilo                    | 21. Metilciclohexano                    |
| 6. Cloruro de metileno             | 22. 2-etoxietanol                       |
| 7. 2-metil-2-propanol (terbutanol) | 23. MIBK (2-pentanona)                  |
| 8. Éter metil terbutílico (MTBE)   | 24. Tolueno                             |
| 9. Hexano                          | 25. 1-pentanol                          |
| 10. 1-propanol                     | 26. n,n-dimetilformamida (DMF)          |
| 11. Impureza DMI                   | 27. Benceno etílico                     |
| 12. 2-butanona (MEK)               | 28. m,p-xileno                          |
| 13. Acetato de etilo               | 29. o-xileno                            |
| 14. 2-butanol                      | 30. Dimetilsulfóxido (DMSO)             |
| 15. Tetrahidrofurano               | 31. n,n-dimetilacetamida                |
| 16. Ciclohexano                    | 32. n-metilpirrolidona                  |
|                                    | 33. 1,3-dimetil-2-imidazolidinona (DMI) |

### Consumibles sugeridos

Séptum: Septa verdes avanzados de 11 mm,  
5183-4759

Liner: Directo, 1,5 mm d.i.,  
18740-80200

Sello: Sello de recubrimiento de oro,  
18740-20885





## Columnas capilares para cromatografía de gases

### Algo más que productos esenciales: resultados fiables

Las columnas para GC Agilent J&W, con un nivel de sangrado mínimo, la máxima inercia y la máxima reproducibilidad entre columnas, ofrecen un rendimiento superior en comparación con otras columnas del mercado. En las siguientes páginas, encontrará información sobre lo siguiente:

**Columnas ultrainertes:** permiten realizar análisis a nivel de trazas, incluidos los análisis de ácidos, bases u otros compuestos activos con la máxima fiabilidad. Además, permiten garantizar un paso de flujo inerte para la cromatografía de gases, lo cual es esencial para la sensibilidad, el rendimiento y la integridad de los resultados analíticos. *Consulte la página 76.*

**Columnas de alta eficiencia:** son ideales para las aplicaciones que requieren un tiempo de análisis reducido, como la identificación sistemática de alto rendimiento, el control de los procesos rápidos, los análisis de control de calidad rápidos y el desarrollo rápido de métodos. *Consulte la página 78.*

**Columnas para cromatografía de gases y espectrometría de masas de bajo sangrado:** se han diseñado especialmente para cromatografiar una amplia variedad de muestras de nivel de trazas y ofrecer un nivel de sangrado bajo y un nivel de inercia alto incluso a temperaturas elevadas. *Consulte la página 80.*

**Columnas de polisiloxano de alta calidad:** estables, resistentes, versátiles y disponibles para una amplia variedad de fases estacionarias. *Consulte la página 89.*

**Columnas de polietilenglicol (PEG):** ofrecen una amplia variedad de características de fase únicas para satisfacer las necesidades de su laboratorio mediante el estricto control de calidad de los procesos de entrecruzamiento y desactivación de Agilent. *Consulte la página 107.*

**Columnas especializadas:** cumplen los estrictos estándares de Agilent para aplicaciones de alta temperatura, biociencia, pesticidas, petróleo y compuestos semivolátiles y volátiles. *Consulte la página 115.*

**Columnas PLOT:** ofrecen una separación de calidad superior para gases a temperatura ambiente. Además, son ideales para el análisis de gases permanentes, isómeros de hidrocarburos de bajo peso molecular, compuestos poliméricos volátiles y analitos reactivos, como gases, aminas e híbridos. *Consulte la página 128.*

En las páginas siguientes se incluye una selección de algunas de las columnas más conocidas de Agilent. Para obtener una lista completa de las columnas para cromatografía de gases de Agilent, consulte el *catálogo de productos básicos para cromatografía y espectroscopia de Agilent* o póngase en contacto con el representante local o un distribuidor autorizado de Agilent.

## Columnas capilares para GC Agilent J&W Ultra Inert

- Comprobación individual con la mezcla única y exigente de sondas de prueba Über One
- Rendimiento constante del comportamiento inerte de la columna
- Sangrado de columna excepcionalmente bajo
- Grandes formas de pico para analitos activos complejos
- Excelentes relaciones señal/ruido
- Absorción o degradación de compuestos mínima
- Admite configuraciones de columnas de d.i. de 0,18 mm para un rendimiento mayor de las muestras

Las columnas capilares para GC Agilent J&W Ultra Inert elevan el baremo del rendimiento constante de la inercia de las columnas. Le permitirán realizar análisis a nivel de trazas, incluido el análisis de ácidos, bases y otros compuestos activos, con la máxima confianza. También le ayudan a garantizar un paso de flujo inerte al GC esencial para la sensibilidad, rendimiento e integridad de los resultados analíticos.

### Módulos de columnas LTM Agilent J&W

Los módulos de columna LTM Agilent J&W combinan una columna capilar de sílice fundida con componentes de detección de calentamiento y temperatura. El diseño calienta y refrigera la columna con gran eficiencia para obtener un tiempo de ciclo analítico significativamente más corto en comparación con las técnicas del horno GC de baño de aire convencionales, además de utilizar menos energía.

Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/ltmlcol](http://www.agilent.com/chem/ltmlcol)

Para una lista completa de los números de referencia vea el catálogo fundamental de cromatografía Agilent, número de publicación 5989-9611ES.



**Columnas capilares para GC Ultra Inertes**

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
<b>DB-1ms Ultra Inert</b>				
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-0122UI
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	122-0112UI
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	122-0132UI
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	122-0162UI
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	123-0112UI
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	123-0132UI
<b>HP-1ms Ultra Inert</b>				
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091S-677UI
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	19091S-931UI
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-933UI
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	19091S-633UI
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-733UI
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	19091S-911UI
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	19091S-612UI
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-913UI
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-713UI
<b>DB-5ms Ultra Inert</b>				
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5522UI
0,18	20	0,36	-60 a 325/350	121-5523UI
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	122-5512UI
0,25	15	1,00	-60 a 325/350	122-5513UI
0,25	25	0,25	-60 a 325/350	122-5522UI
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	122-5532UI
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	122-5536UI
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	122-5533UI
0,25	50	0,25	-60 a 325/350	122-5552UI
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	122-5562UI
0,25	60	1,00	-60 a 325/350	122-5563UI
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	123-5532UI
0,32	30	0,50	-60 a 325/350	123-5536UI
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	123-5533UI
0,32	60	1,00	-60 a 325/350	123-5563UI
<b>DB-5ms Ultra Inert</b>				
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091S-577UI
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	19091S-431UI
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-433UI
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	19091S-133UI
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-233UI
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	19091S-436UI
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-413UI
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-213UI



## Columnas capilares para GC Agilent J&W de alto rendimiento

- Mayor número de muestras y productividad manteniendo la resolución
- Reducción del uso de gas portador y el coste por análisis
- Compatibilidad con instrumentos GC y GC/MS existentes
- Uso de He o N2 como gas portador
- Disponibilidad en más de 20 fases estacionarias
- Traducción de métodos rápida y sencilla con el Software de traducción de métodos de Agilent

Las columnas capilares para GC Agilent J&W de alto rendimiento son ideales para cromatografías rápidas cuando la velocidad es el atributo más importante de las columnas, a la vez que se mantiene la resolución. Las columnas pueden utilizarse en cualquier aplicación que precise un tiempo de análisis reducido como, por ejemplo, monitorización de alto rendimiento, monitorización de procesos rápidos, análisis GC rápidos y desarrollo de métodos rápidos. Las columnas son adecuadas para una gran variedad de matrices de muestras, incluidas muestras medioambientales, petroquímicas, de sabor/aroma, de toxicología clínica o farmacéuticas.





**Columnas GC capilares de alta eficiencia**

<b>Fase</b>	<b>D.I. (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Película (µm)</b>	<b>Límites temp. (°C)</b>	<b>Referencia</b>
DB-1	0,18	10	0,18	-60 a 325/350	121-1012
DB-1	0,18	10	0,20	-60 a 325/350	121-101A
DB-1	0,18	10	0,40	-60 a 325/350	121-1013
DB-1	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-1022
DB-1	0,18	20	0,40	-60 a 325/350	121-1023
DB-1	0,18	40	0,40	-60 a 325/350	121-1043
HP-1	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091Z-577
DB-1ms	0,18	20	0,18	-60 a 340/360	121-0122
HP-1ms	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091S-677
DB-5	0,18	10	0,18	-60 a 325/350	121-5012
DB-5	0,18	10	0,40	-60 a 325/350	121-5013
DB-5	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5022
DB-5	0,18	20	0,40	-60 a 325/350	121-5023
DB-5	0,18	40	0,18	-60 a 325/350	121-5042
HP-5	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091J-577
DB-5ms	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5522
DB-5ms	0,18	20	0,36	-60 a 325/350	121-5523
DB-5ms	0,18	40	0,18	-60 a 325/350	121-5542
HP-5ms	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091S-577
DB-XLB	0,18	20	0,18	30 a 340/360	121-1222
DB-XLB	0,18	30	0,18	30 a 340/360	121-1232
DB-35ms	0,18	20	0,18	50 a 340/360	121-3822
DB-17	0,18	20	0,18	40 a 280/300	121-1722
DB-17	0,18	20	0,30	40 a 280/300	121-1723
DB-17ms	0,18	20	0,18	40 a 320/340	121-4722
HP-50+	0,18	20	0,18	40 a 280/300	19091L-577
DB-23	0,18	20	0,20	40 a 250/260	121-2323
DB-225	0,18	20	0,20	40 a 220/240	121-2223
DB-624	0,18	20	1,00	-20 a 280	121-1324
DB-1301	0,18	10	0,40	-20 a 280/300	121-1313
DB-1701	0,18	10	0,40	-20 a 280/300	121-0713
DB-1701	0,18	20	0,18	-20 a 280/300	121-0722
DB-WAX	0,18	10	0,18	20 a 250/260	121-7012
DB-WAX	0,18	20	0,18	20 a 250/260	121-7022
DB-WAX	0,18	40	0,18	20 a 250/260	121-7042
DB-WAX	0,18	40	0,30	20 a 240/250	121-7043
HP-INNOWax	0,18	20	0,18	40 a 260/270	19091N-577
DB-5.625	0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5621
DB-5.625	0,18	20	0,36	-60 a 325/350	121-5622
DB-VRX	0,18	20	1,00	-10 a 260	121-1524
DB-VRX	0,18	40	1,00	-10 a 260	121-1544
DB-608	0,18	20	0,18	40 a 280/300	121-6822



## Columnas para cromatografía de gases y espectrometría de masas de bajo sangrado

Cada vez hay más instrumentos de sobremesa para cromatografía de gases y espectrometría de masas en los laboratorios de análisis que analizan a temperaturas altas una amplia variedad de muestras a nivel de trazas. Estas muestras requieren columnas más inertes, con un sangrado menor y con temperaturas superiores. En respuesta a esta necesidad, Agilent Technologies ha diseñado especialmente varias columnas "ms" para cromatografiar una amplia variedad de muestras a concentraciones bajas y generar un sangrado menor incluso a temperaturas superiores.

¿Por qué la columna Agilent J&W de bajo sangrado es excepcional? El uso de una formulación del polímero única y un sistema de desactivación de la superficie exclusiva han contribuido a la creación de una serie de columnas que cumplen las especificaciones de control de calidad más estrictas del sector por lo que respecta al sangrado, la inercia, la selectividad y la eficiencia. El uso de un sistema de desactivación de la superficie y una formulación del siloxano especiales en las columnas Agilent J&W "ms" aumenta el rendimiento cromatográfico de los polímeros de siloxano.

Dado que el espectro de masas del sangrado del séptum puede ser muy similar al del sangrado de la columna para cromatografía de gases, se suelen confundir. Se pueden distinguir porque el sangrado de la columna se corresponde con un aumento de la línea base y no con picos. Si observa picos de sangrado, se suelen deber a la baja calidad de los septa o al uso de los septa por encima de los límites de funcionamiento. Para minimizar la contribución de los septa al sangrado de fondo, use septa con sangrado y temperatura optimizados, de larga duración o verdes avanzados de Agilent.

El sistema Agilent 5975C de la serie GC/MSD combina una serie de características de diseño innovadoras para optimizar la productividad del laboratorio y una serie de capacidades analíticas perfeccionadas para obtener mejores resultados más rápidamente. Para obtener más información, visite [www.agilent.com/chem/5975C](http://www.agilent.com/chem/5975C).



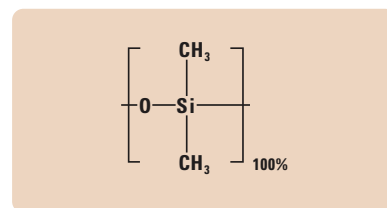
## DB-1ms

- 100% dimetilpolisiloxano, selectividad idéntica a la de DB-1
- No polar
- Muy bajo sangrado, ideal para GC/MS
- Rendimiento ácido mejorado en comparación con las columnas estándar de 100% dimetilpolisiloxano
- Mejor relación señal/ruido para mayor sensibilidad e integridad de los espectros de masas
- Límite superior de temperatura de 320/340°C
- Excelente columna de uso general
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

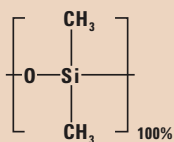
**Fases similares:** HP-1ms, Rtx-1ms, Rxi-1ms, VF-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms, Equity-1

### DB-1ms

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,10	10	0,10	-60 a 340/360	127-0112
0,10	10	0,40	-60 a 340/360	127-0113
0,10	20	0,10	-60 a 340/360	127-0122
0,10	20	0,40	-60 a 340/360	127-0123
0,18	20	0,18	-60 a 340/360	121-0122
0,20	12	0,33	-60 a 340/350	128-0112
0,20	25	0,33	-60 a 340/350	128-0122
0,25	15	0,25	-60 a 340/360	122-0112
0,25	30	0,10	-60 a 340/360	122-0131
0,25	30	0,25	-60 a 340/360	122-0132
0,25	60	0,25	-60 a 340/360	122-0162
0,32	15	0,25	-60 a 340/360	123-0112
0,32	30	0,10	-60 a 340/360	123-0131
0,32	30	0,25	-60 a 340/360	123-0132
0,32	60	0,25	-60 a 340/360	123-0162



Estructura de dimetilpolisiloxano



Estructura de dimetilpolisiloxano

## HP-1ms

- 100% dimetilpolisiloxano
- Idéntica selectividad a HP-1
- No polar
- Características de bajo sangrado
- Excelente columna de uso general
- Mejor relación señal/ruido para una mayor sensibilidad e integridad de los espectros de masas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** DB-1ms, Rtx-1ms, Rxi-1ms, VF-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms, Equity-1

### HP-1ms

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091S-677
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	19091S-602
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	19091S-931
0,25	30	0,10	-60 a 325/350	19091S-833
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-933
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	19091S-633
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-733
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	19091S-936
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	19091S-911
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	19091S-612
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-913
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-713
0,32	60	0,25	-60 a 325/350	19091S-916

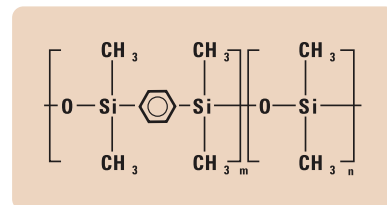
## DB-5ms

- Polímero fenil arileno prácticamente equivalente a (5%-fenil)-metilpolisiloxano
- No polar
- Características de muy bajo sangrado, ideal para GC/MS
- Excelente comportamiento inerte frente a compuestos activos
- Mejor relación señal/ruido para una mayor sensibilidad e integridad de los espectros de masas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Test MSD y certificación disponible
- Sustituto exacto de HP-5TA
- Prácticamente equivalente a la fase USP G27
- Mezcla de test disponible

**Fases similares:** Rtx-5ms, Rtx-5Sil MS, Rxi-5ms, Rxi-5Sil MS, VF-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms, SLB-5ms, Equity-5

### DB-5ms

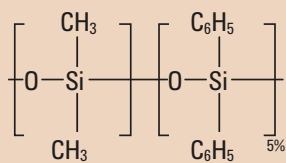
D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5522
0,18	20	0,36	-60 a 325/350	121-5523
0,18	40	0,18	-60 a 325/350	121-5542
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	128-5512
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	128-5522
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	128-5552
0,25	15	0,10	-60 a 325/350	122-5511
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	122-5512
0,25	15	0,50	-60 a 325/350	122-5516
0,25	15	1,00	-60 a 325/350	122-5513
0,25	25	0,25	-60 a 325/350	122-5522
0,25	25	0,40	-60 a 325/350	122-552A
0,25	30	0,10	-60 a 325/350	122-5531
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	122-5532
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	122-5536
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	122-5533
0,25	50	0,25	-60 a 325/350	122-5552
0,25	60	0,10	-60 a 325/350	122-5561
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	122-5562
0,25	60	1,00	-60 a 325/350	122-5563



Estructura de poli(dimetilsiloxi)poli(1,4-bis(dimetilsiloxi)fenil)siloxano

### DB-5ms

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	15	0,10	-60 a 325/350	123-5511
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	123-5512
0,32	15	1,00	-60 a 325/350	123-5513
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	123-5526
0,32	30	0,10	-60 a 325/350	123-5531
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	123-5532
0,32	30	0,50	-60 a 325/350	123-5536
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	123-5533
0,32	60	0,10	-60 a 325/350	123-5561
0,32	60	0,25	-60 a 325/350	123-5562
0,32	60	0,50	-60 a 325/350	123-5566
0,32	60	1,00	-60 a 325/350	123-5563
0,53	15	1,50	-60 a 300/320	125-5512
0,53	30	0,50	-60 a 300/320	125-5537
0,53	30	1,00	-60 a 300/320	125-553J
0,53	30	1,50	-60 a 300/320	125-5532



Estructura de difenildimetilpolisiloxano

### HP-5ms

- (5%-fenil)-metilpolisiloxano
- Idéntica selectividad a HP-5
- No polar
- Muy bajo sangrado, ideal para GC/MS
- Excelente inercia frente a compuestos activos, incluyendo compuestos ácidos y básicos
- Mejor relación señal/ruido para una mayor sensibilidad e integridad de los espectros de masas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Equivalente a la fase USP G27

**Fases similares:** DB-5ms, Rtx-5MS, Rtx-5 Amine, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, ZB-5ms, Equity-5

## HP-5ms

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091S-577
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	19091S-101
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	19091S-102
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	19091S-105
0,25	15	0,10	-60 a 325/350	19091S-331
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	19091S-431
0,25	15	1,00	-60 a 325/350	19091S-231
0,25	30	0,10	-60 a 325/350	19091S-333
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-433
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	19091S-133
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-233
0,25	60	0,10	-60 a 325/350	19091S-336
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	19091S-436
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	19091S-112
0,32	30	0,10	-60 a 325/350	19091S-313
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	19091S-413
0,32	30	0,50	-60 a 325/350	19091S-113
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	19091S-213
0,32	60	0,25	-60 a 325/350	19091S-416

## DB-XLB

- Sangrado excepcionalmente bajo
- Baja polaridad
- Límite superior de temperatura ampliado de 340/360 °C
- Selectividad exclusiva
- Excelente comportamiento inerte frente a compuestos activos
- Ideal para análisis de confirmación
- Excelente para pesticidas, herbicidas, PCB y PAH
- Ideal para GC/MS
- Test MSD y certificación disponible
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** Rtx-XLB, MDN-12

Nota: "DB-XLB se ha diseñado para inhibir el sangrado de columna a alta temperatura. También parece haber heredado casualmente una excepcional capacidad para separar muchos compuestos PCBs cuando se utiliza con detección MS. Este excepcional rendimiento fue fruto de la cuidadosa optimización de las dimensiones de la columna, los programas de temperatura y las condiciones de flujo del gas portador."

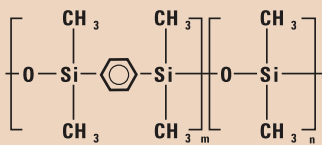
(Frame, G. Analytical Chemistry News & Features, 1 de agosto de 1997, 468A-475A)





## DB-XLB

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	30 a 340/360	121-1222
0,18	30	0,18	30 a 340/360	121-1232
0,20	12	0,33	30 a 340/360	128-1212
0,20	25	0,33	30 a 340/360	128-1222
0,25	15	0,10	30 a 340/360	122-1211
0,25	15	0,25	30 a 340/360	122-1212
0,25	30	0,10	30 a 340/360	122-1231
0,25	30	0,25	30 a 340/360	122-1232
0,25	30	0,50	30 a 340/360	122-1236
0,25	30	1,00	30 a 340/360	122-1233
0,25	60	0,25	30 a 340/360	122-1262
0,32	30	0,25	30 a 340/360	123-1232
0,32	30	0,50	30 a 340/360	123-1236
0,32	60	0,25	30 a 340/360	123-1262
0,53	15	1,50	30 a 320/340	125-1212
0,53	30	1,50	30 a 320/340	125-1232



Estructura de poli(dimetilsiloxi)poli(1,4-bis(dimetilsiloxi)fenileno)siloxano

## DB-35ms

- Prácticamente equivalente a (35%-fenil)-metilpolisiloxano
- Polaridad media
- Características de muy bajo sangrado, ideal para GC/MS
- Límite superior de temperatura ampliado de 340/360 °C
- Excelente comportamiento inerte frente a compuestos activos
- Ideal para análisis de confirmación
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Sustituye a HP-35ms
- Prácticamente equivalente a la fase USP G42

**Fases similares:** Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35



### DB-35ms

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	50 a 340/360	121-3822
0,20	15	0,33	50 a 340/360	128-3812
0,20	25	0,33	50 a 340/360	128-3822
0,25	15	0,25	50 a 340/360	122-3812
0,25	30	0,15	50 a 340/360	122-3831
0,25	30	0,25	50 a 340/360	122-3832
0,25	60	0,25	50 a 340/360	122-3862
0,32	15	0,25	50 a 340/360	123-3812
0,32	30	0,25	50 a 340/360	123-3832
0,53	30	0,50	50 a 320/340	125-3837
0,53	30	1,00	50 a 320/340	125-3832

### DB-17ms

- Prácticamente equivalente a (35%-fenil)-metilpolisiloxano
- Límite superior de temperatura de 320/340°C
- Columna de polaridad media y muy bajo sangrado, ideal para GC/MS
- Excelente comportamiento inerte frente a compuestos activos
- Integridad mejorada de los espectros de masas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- La mejor columna para pesticidas CLP

**Fases similares:** HP-50+, Rtx-50, VF-17ms, 007-17, SP-2250, SPB-50, BPX-50, SPB-17, AT-50

### DB-17ms

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	40 a 320/340	121-4722
0,25	15	0,15	40 a 320/340	122-4711
0,25	15	0,25	40 a 320/340	122-4712
0,25	30	0,15	40 a 320/340	122-4731
0,25	30	0,25	40 a 320/340	122-4732
0,25	60	0,25	40 a 320/340	122-4762
0,32	15	0,25	40 a 320/340	123-4712
0,32	30	0,25	40 a 320/340	123-4732



## DB-225ms

- Prácticamente equivalente a (50%-cianopropilfenil)-metilpolisiloxano
- Polaridad media/alta
- Excelente para separaciones de los ésteres métilicos cis y trans de ácidos grasos (FAMES)
- Bajo sangrado
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Prácticamente equivalente a la fase USP G7

**Fases similares:** HP-225, SP-2330, CP-Sil 43 CB, Rtx-225, BP-225, OV-225, 007-225, AT-225

### ***DB-225ms***

<b>D.I. (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Película (µm)</b>	<b>Límites temp. (°C)</b>	<b>Referencia</b>
0,25	15	0,25	40 a 240	122-2912
0,25	30	0,25	40 a 240	122-2932
0,25	60	0,25	40 a 240	122-2962
0,32	30	0,25	40 a 240	123-2932



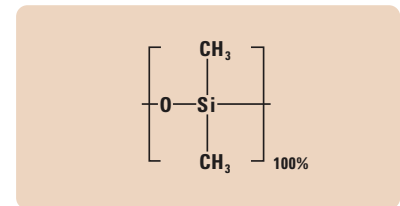
# Columnas de polisiloxano Premium

Los polisiloxanos constituyen las fases estacionarias más comunes. Hay una enorme variedad disponible y son estables, sólidos y versátiles. Los polisiloxanos estándar se caracterizan por una estructura repetitiva de siloxano. Cada átomo de silicio contiene dos grupos funcionales. Es el tipo y la cantidad de los grupos lo que distingue a cada fase estacionaria y le otorga sus propiedades características.

## DB-1

- 100% dimetilpolisiloxano
- Apolar
- Excelente columna de uso general
- Amplia gama de aplicaciones
- Bajo sangrado
- Alto límite de temperatura
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Disponible en un amplio rango de dimensiones de columna
- Equivalente a la fase USP G2

**Fases similares:** HP-1, Ultra-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, Rtx-1, BP-1, OV-1, OV-101, 007-1(MS), SP-2100, SE-30, CP-Sil 5 CB MS, ZB-1, AT-1, MDN-1, ZB-1



Estructura de dimetilpolisiloxano



Los viales certificados de Agilent se fabrican con la misma calidad de diseño, el mismo conocimiento técnico y rigurosas especificaciones que se aplican a cualquier instrumento Agilent. Más información en [www.agilent.com/chem/vials](http://www.agilent.com/chem/vials)



Los tapones de los viales son diseñados y fabricados para un sellado óptimo y así poder realizar operaciones sin incidencias en los autoinyectores Agilent.

### DB-1

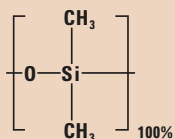
D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,05	10	0,05	-60 a 325/350	126-1012
0,05	10	0,20	-60 a 325/350	126-1013
0,10	5	0,12	-60 a 325/350	127-100A
0,10	10	0,10	-60 a 325/350	127-1012
0,10	10	0,40	-60 a 325/350	127-1013
0,10	20	0,10	-60 a 325/350	127-1022
0,10	20	0,40	-60 a 325/350	127-1023
0,10	40	0,20	-60 a 325/350	127-1046
0,10	40	0,40	-60 a 325/350	127-1043
0,15	10	1,20	-60 a 325/350	12A-1015
0,18	10	0,18	-60 a 325/350	121-1012
0,18	10	0,18	-60 a 325/350	121-1012E*
0,18	10	0,20	-60 a 325/350	121-101A
0,18	10	0,40	-60 a 325/350	121-1013
0,18	10	0,40	-60 a 325/350	121-1013E*
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-1022
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-1022E*
0,18	20	0,40	-60 a 325/350	121-1023
0,18	40	0,40	-60 a 325/350	121-1043
0,18	40	0,40	-60 a 325/350	121-1043E*
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	128-1012
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	128-1022
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	128-1052
0,25	15	0,10	-60 a 325/350	122-1011
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	122-1012
0,25	15	1,00	-60 a 325/350	122-1013
0,25	25	0,25	-60 a 325/350	122-1022
0,25	30	0,10	-60 a 325/350	122-1031
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	122-1032
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	122-103E
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	122-1033
0,25	50	0,25	-60 a 325/350	122-1052
0,25	60	0,10	-60 a 325/350	122-1061
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	122-1062
0,25	60	0,50	-60 a 325/350	122-106E
0,25	60	1,00	-60 a 325/350	122-1063
0,25	100	0,50	-60 a 325/350	122-10AE
0,25	150	1,00	-60 a 325/350	122-10G3

**DB-1**

<b>D.I. (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Película (µm)</b>	<b>Límites temp. (°C)</b>	<b>Referencia</b>
0,32	15	0,10	-60 a 325/350	123-1011
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	123-1012
0,32	15	1,00	-60 a 325/350	123-1013
0,32	15	3,00	-60 a 280/300	123-1014
0,32	15	5,00	-60 a 280/300	123-1015
0,32	25	0,12	-60 a 325/350	123-1027
0,32	25	0,25	-60 a 325/350	123-1022
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	123-1026
0,32	25	1,05	-60 a 325/350	123-102F
0,32	30	0,10	-60 a 325/350	123-1031
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	123-1032
0,32	30	0,50	-60 a 325/350	123-103E
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	123-1033
0,32	30	1,50	-60 a 300/320	123-103B
0,32	30	3,00	-60 a 280/300	123-1034
0,32	30	5,00	-60 a 280/300	123-1035
0,32	50	0,25	-60 a 325/350	123-1052
0,32	50	0,52	-60 a 325/350	123-1056
0,32	50	1,05	-60 a 325/350	123-105F
0,32	50	1,20	-60 a 325/350	123-105C
0,32	50	5,00	-60 a 280/300	123-1055
0,32	60	0,10	-60 a 325/350	123-1061
0,32	60	0,25	-60 a 325/350	123-1062
0,32	60	0,50	-60 a 325/350	123-106E
0,32	60	1,00	-60 a 325/350	123-1063
0,32	60	1,50	-60 a 300/320	123-106B
0,32	60	2,00	-60 a 280/300	123-106G
0,32	60	3,00	-60 a 280/300	123-1064
0,32	60	5,00	-60 a 280/300	123-1065
0,45	30	1,27	-60 a 325/350	124-1032
0,45	30	2,55	-60 a 260/280	124-1034
0,53	5	2,65	-60 a 325/350	125-100B
0,53	5	5,00	-60 a 325/350	125-1005
0,53	7.5	1,50	-60 a 325/350	125-1002
0,53	10	2,65	-60 a 260/280	125-10HB
0,53	10	5,00	-60 a 260/280	125-10H5
0,53	15	0,15	-60 a 340/360	125-1011
0,53	15	0,25	-60 a 320/340	125-101K
0,53	15	0,50	-60 a 300/320	125-1017
0,53	15	1,00	-60 a 300/320	125-101J

## DB-1

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	15	1,50	-60 a 300/320	125-1012
0,53	15	3,00	-60 a 260/280	125-1014
0,53	15	5,00	-60 a 260/280	125-1015
0,53	25	1,00	-60 a 300/320	125-102J
0,53	25	5,00	-60 a 260/280	125-1025
0,53	30	0,10	-60 a 340/360	125-1039
0,53	30	0,25	-60 a 320/340	125-103K
0,53	30	0,50	-60 a 300/320	125-1037
0,53	30	1,00	-60 a 300/320	125-103J
0,53	30	1,50	-60 a 300/320	125-1032
0,53	30	2,65	-60 a 260/280	125-103B
0,53	30	3,00	-60 a 260/280	125-1034
0,53	30	5,00	-60 a 260/280	125-1035
0,53	50	5,00	-60 a 260/280	125-1055
0,53	60	1,00	-60 a 300/320	125-106J
0,53	60	1,50	-60 a 300/320	125-1062
0,53	60	3,00	-60 a 260/280	125-1064
0,53	60	5,00	-60 a 260/280	125-1065
0,53	105	5,00	-60 a 260/280	125-10B5



Estructura de dimetilpolisiloxano

## HP-1

- 100% dimetilpolisiloxano
- No polar
- Excelente columna de uso general, "estándar de la industria"
- Amplia gama de aplicaciones
- Rendimiento superior para alcoholes de bajo peso molecular (<C5)
- Alto límite de temperatura
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Disponible en un amplio rango de dimensiones de columna
- Equivalente a la fase USP G2

**Fases similares:** DB-1, Ultra-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB, Rtx-1, BP-1, OV-1, OV-101, 007-1(MS), SP-2100, SE-30, CP-Sil 5 CB MS, ZB-1, AT-1, MDN-1, ZB-1

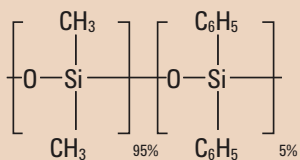
**HP-1**

<b>D.I. (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Película (µm)</b>	<b>Límites temp. (°C)</b>	<b>Referencia</b>
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091Z-577
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	19091-60312
0,20	17	0,11	-60 a 325/350	19091Z-008
0,20	25	0,11	-60 a 325/350	19091Z-002
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	19091Z-102
0,20	25	0,50	-60 a 325/350	19091Z-202
0,20	50	0,11	-60 a 325/350	19091Z-005
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	19091Z-105
0,20	50	0,50	-60 a 325/350	19091Z-205
0,25	15	0,10	-60 a 325/350	19091Z-331
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	19091Z-431
0,25	15	1,00	-60 a 325/350	19091Z-231
0,25	30	0,10	-60 a 325/350	19091Z-333
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	19091Z-433
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	19091Z-233
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	19091Z-436
0,25	60	1,00	-60 a 325/350	19091Z-236
0,25	100	0,50	-60 a 325/350	19091Z-530
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	19091Z-411
0,32	15	1,00	-60 a 325/350	19091Z-211
0,32	25	0,17	-60 a 325/350	19091Z-012
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	19091Z-112
0,32	25	1,05	-60 a 325/350	19091Z-212
0,32	30	0,10	-60 a 325/350	19091Z-313
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	19091Z-413
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	19091Z-213
0,32	30	3,00	-60 a 260/280	19091Z-513
0,32	30	4,00	-60 a 260/280	19091Z-613
0,32	30	5,00	-60 a 260/280	19091Z-713
0,32	50	0,17	-60 a 325/350	19091Z-015
0,32	50	0,52	-60 a 325/350	19091Z-115
0,32	50	1,05	-60 a 325/350	19091Z-215
0,32	60	0,25	-60 a 325/350	19091Z-416
0,32	60	1,00	-60 a 325/350	19091Z-216
0,32	60	5,00	-60 a 260/280	19091Z-716
0,53	5	0,15	-60 a 320/400	19095Z-220
0,53	5	0,88	-60 a 320/400	19095Z-020
0,53	5	2,65	-60 a 260/280	19095S-100
0,53	7.5	5,00	-60 a 260/280	19095Z-627



### HP-1

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	10	0,88	-60 a 300/320	19095Z-021
0,53	10	2,65	-60 a 260/280	19095Z-121
0,53	15	0,15	-60 a 320/400	19095Z-221
0,53	15	1,50	-60 a 300/320	19095Z-321
0,53	15	3,00	-60 a 260/280	19095Z-421
0,53	15	5,00	-60 a 260/280	19095Z-621
0,53	30	0,88	-60 a 300/320	19095Z-023
0,53	30	1,50	-60 a 300/320	19095Z-323
0,53	30	2,65	-60 a 260/280	19095Z-123
0,53	30	3,00	-60 a 260/280	19095Z-423
0,53	30	5,00	-60 a 260/280	19095Z-623
0,53	60	5,00	-60 a 260/280	19095Z-626



Estructura de difenildimetilpolisiloxano

### DB-5

- (5%-fenil)-metilpolisiloxano
- No polar
- Excelente columna de uso general
- Amplia gama de aplicaciones
- Bajo sangrado
- Alto límite de temperatura
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Disponible en un amplio rango de dimensiones de columna
- Equivalente a la fase USP G27

**Fases similares:** HP-5, Ultra-2, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, OV-5, 007-2(MPS-5), SE-52, SE-54, XTI-5, PTE-5, HP-5MS, ZB-5, AT-5, MDN-5, ZB-5

### DB-5

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,10	10	0,10	-60 a 325/350	127-5012
0,10	10	0,17	-60 a 325/350	127-501E
0,10	10	0,33	-60 a 325/350	127-501N
0,10	10	0,40	-60 a 325/350	127-5013
0,10	20	0,10	-60 a 325/350	127-5022
0,10	20	0,40	-60 a 325/350	127-5023
0,15	10	1,20	-60 a 300/320	12A-5015



**DB-5**

<b>D.I. (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Película (µm)</b>	<b>Límites temp. (°C)</b>	<b>Referencia</b>
0,18	10	0,18	-60 a 325/350	121-5012
0,18	10	0,18	-60 a 325/350	121-5012E*
0,18	10	0,40	-60 a 325/350	121-5013
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5022
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5022E*
0,18	20	0,40	-60 a 325/350	121-5023
0,18	20	0,40	-60 a 325/350	121-5023E*
0,18	40	0,18	-60 a 325/350	121-5042
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	128-5012
0,20	15	0,20	-60 a 325/350	128-50H7
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	128-5022
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	128-5052
0,25	15	0,10	-60 a 325/350	122-5011
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	122-5012
0,25	15	0,50	-60 a 325/350	122-501E
0,25	15	1,00	-60 a 325/350	122-5013
0,25	25	0,25	-60 a 325/350	122-5022
0,25	30	0,10	-60 a 325/350	122-5031
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	122-5032
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	122-503E
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	122-5033
0,25	50	0,25	-60 a 325/350	122-5052
0,25	60	0,10	-60 a 325/350	122-5061
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	122-5062
0,25	60	0,50	-60 a 325/350	122-506E
0,25	60	1,00	-60 a 325/350	122-5063
0,32	15	0,10	-60 a 325/350	123-5011
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	123-5012
0,32	15	1,00	-60 a 325/350	123-5013
0,32	25	0,17	-60 a 325/350	123-502D
0,32	25	0,25	-60 a 325/350	123-5022
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	123-5026
0,32	25	1,05	-60 a 325/350	123-502F
0,32	30	0,10	-60 a 325/350	123-5031
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	123-5032
0,32	30	0,50	-60 a 325/350	123-503E
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	123-5033
0,32	30	1,50	-60 a 325/350	123-503B
0,32	50	0,25	-60 a 325/350	123-5052
0,32	50	0,52	-60 a 325/350	123-5056
0,32	50	1,00	-60 a 325/350	123-5053
0,32	60	0,25	-60 a 325/350	123-5062
0,32	60	1,00	-60 a 325/350	123-5063



## DB-5

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,45	15	1,27	-60 a 300/320	124-5012
0,45	30	0,42	-60 a 300/320	124-5037
0,45	30	1,27	-60 a 300/320	124-5032
0,53	10	2,65	-60 a 260/280	125-50HB
0,53	15	0,25	-60 a 300/320	125-501K
0,53	15	0,50	-60 a 300/320	125-5017
0,53	15	1,00	-60 a 300/320	125-501J
0,53	15	1,50	-60 a 300/320	125-5012
0,53	25	5,00	-60 a 260/280	125-5025
0,53	30	0,25	-60 a 300/320	125-503K
0,53	30	0,50	-60 a 300/320	125-5037
0,53	30	0,88	-60 a 300/320	125-503D
0,53	30	1,00	-60 a 300/320	125-503J
0,53	30	1,50	-60 a 300/320	125-5032
0,53	30	2,65	-60 a 260/280	125-503B
0,53	30	3,00	-60 a 260/280	125-5034
0,53	30	5,00	-60 a 260/280	125-5035
0,53	60	1,50	-60 a 300/320	125-5062
0,53	60	5,00	-60 a 260/280	125-5065

## HP-5

- (5%-fenil)-metilpolisiloxano
- No polar
- Excelente columna de uso general
- Amplia gama de aplicaciones
- Alto límite de temperatura
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Disponible en un amplio rango de dimensiones de columna
- Equivalente a la fase USP G27

**Fases similares:** DB-5, Ultra-2, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, OV-5, 007-2(MPS-5), SE-52, SE-54, XTI-5, PTE-5, HP-5MS, ZB-5, AT-5, MDN-5, ZB-5



**HP-5**

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Limites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	19091J-577
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	19091J-101
0,20	25	0,11	-60 a 325/350	19091J-002
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	19091J-102
0,20	25	0,50	-60 a 325/350	19091J-202
0,20	50	0,11	-60 a 325/350	19091J-005
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	19091J-105
0,20	50	0,50	-60 a 325/350	19091J-205
0,25	5	0,10	-60 a 325/350	19091J-330
0,25	15	0,25	-60 a 325/350	19091J-431
0,25	15	1,00	-60 a 325/350	19091J-231
0,25	30	0,10	-60 a 325/350	19091J-333
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	19091J-433
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	19091J-233
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	19091J-436
0,25	60	1,00	-60 a 325/350	19091J-236
0,32	15	0,25	-60 a 325/350	19091J-411
0,32	25	0,17	-60 a 325/350	19091J-012
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	19091J-112
0,32	25	1,05	-60 a 325/350	19091J-212
0,32	30	0,10	-60 a 325/350	19091J-313
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	19091J-413
0,32	30	0,50	-60 a 325/350	19091J-113
0,32	30	1,00	-60 a 325/350	19091J-213
0,32	50	0,17	-60 a 325/350	19091J-015
0,32	50	0,52	-60 a 325/350	19091J-115
0,32	50	1,05	-60 a 325/350	19091J-215
0,32	60	0,25	-60 a 325/350	19091J-416
0,32	60	1,00	-60 a 325/350	19091J-216
0,53	10	2,65	-60 a 260/280	19095J-121
0,53	15	1,50	-60 a 300/320	19095J-321
0,53	15	5,00	-60 a 260/280	19095J-621
0,53	30	0,88	-60 a 300/320	19095J-023
0,53	30	1,50	-60 a 300/320	19095J-323
0,53	30	2,65	-60 a 260/280	19095J-123
0,53	30	5,00	-60 a 260/280	19095J-623





## Ultra 1

- No polar
- 100% dimetilpolisiloxano
- Equivalente a HP-1 con especificaciones más exigentes en cuanto a índices de retención y factores de capacidad
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** DB-1, HP-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB, Rtx-1, BP-1, 007-1(MS)

### Ultra 1

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	19091A-101
0,20	25	0,11	-60 a 325/350	19091A-002
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	19091A-102
0,20	50	0,11	-60 a 325/350	19091A-005
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	19091A-105
0,32	25	0,17	-60 a 325/350	19091A-012
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	19091A-112
0,32	50	0,17	-60 a 325/350	19091A-015
0,32	50	0,52	-60 a 325/350	19091A-115

## Ultra 2

- No polar
- (5%-fenil)-metilpolisiloxano
- Equivalente a HP-5 con especificaciones más exigentes en cuanto a índices de retención y factores de capacidad
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** DB-5, HP-5, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, CB-5, 007-5, 2B-5

### Ultra 2

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,20	12	0,33	-60 a 325/350	19091B-101
0,20	25	0,11	-60 a 325/350	19091B-002
0,20	25	0,33	-60 a 325/350	19091B-102
0,20	50	0,11	-60 a 325/350	19091B-005
0,20	50	0,33	-60 a 325/350	19091B-105
0,32	25	0,17	-60 a 325/350	19091B-012
0,32	25	0,52	-60 a 325/350	19091B-112
0,32	50	0,17	-60 a 325/350	19091B-015
0,32	50	0,52	-60 a 325/350	19091B-115

## DB-35

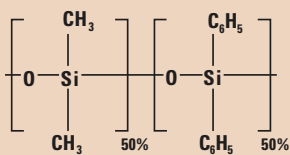
- (35%-fenil)-metilpolisiloxano
- Polaridad media, ligeramente más polar que HP-35
- Bajo sangrado
- Inerte para solutos activos
- Ideal para análisis de confirmación
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Equivalente a la fase USP G42

**Fases similares:** Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, HP-35, BPX-35

### DB-35

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	30	0,25	40 a 300/320	122-1932
0,25	60	0,25	40 a 300/320	122-1962
0,32	30	0,25	40 a 300/320	123-1932
0,32	30	0,50	40 a 300/320	123-1933
0,53	15	1,00	40 a 280/300	125-1912
0,53	30	0,50	40 a 280/300	125-1937
0,53	30	1,00	40 a 280/300	125-1932





Estructura de difenildimetilpolisiloxano

## DB-17

- (50%-fenil)-metilpolisiloxano
- Polaridad media, ligeramente más polar que HP-50+
- Excelente para análisis de confirmación
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Equivalente a la fase USP G3

**Fases similares:** HP-50+, Rtx-50, CP-Sil 24 CB, 007-17(MPS-50), HP-17, SP-2250, SPB-50, ZB-50, AT-50

### DB-17

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,05	10	0,10	40 a 280/300	126-1713
0,10	10	0,10	40 a 280/300	127-1712
0,10	10	0,20	40 a 280/300	127-1713
0,10	20	0,10	40 a 280/300	127-1722
0,18	20	0,18	40 a 280/300	121-1722
0,18	20	0,30	40 a 280/300	121-1723
0,25	15	0,15	40 a 280/300	122-1711
0,25	15	0,25	40 a 280/300	122-1712
0,25	15	0,50	40 a 280/300	122-1713
0,25	30	0,15	40 a 280/300	122-1731
0,25	30	0,25	40 a 280/300	122-1732
0,25	30	0,50	40 a 280/300	122-1733
0,25	60	0,25	40 a 280/300	122-1762
0,32	15	0,15	40 a 280/300	123-1711
0,32	15	0,25	40 a 280/300	123-1712
0,32	15	0,50	40 a 280/300	123-1713
0,32	30	0,15	40 a 280/300	123-1731
0,32	30	0,25	40 a 280/300	123-1732
0,32	30	0,50	40 a 280/300	123-1733
0,32	60	0,25	40 a 280/300	123-1762
0,53	5	2,00	40 a 280/300	125-1704
0,53	15	0,25	40 a 260/280	125-1711
0,53	15	0,50	40 a 260/280	125-1717

### DB-17

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	15	1,00	40 a 260/280	125-1712
0,53	15	1,50	40 a 260/280	125-1713
0,53	30	0,25	40 a 260/280	125-1731
0,53	30	0,50	40 a 260/280	125-1737
0,53	30	1,00	40 a 260/280	125-1732
0,53	30	1,50	40 a 260/280	125-1733
0,53	60	1,00	40 a 260/280	125-1762

### HP-50+

- (50%-fenil)-metilpolisiloxano
- Polaridad media, ligeramente menos polar que DB-17
- Excelente para análisis de confirmación
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Equivalente a la fase USP G3

**Fases similares:** DB-17, Rtx-50, CP-Sil 24 CB, 007-17(MPS-50), SP-2250, SPB-50, ZB-50, AT-50

### HP-50+

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	40 a 280/300	19091L-577
0,20	12	0,31	40 a 280/300	19091L-101
0,25	5	0,15	40 a 280/300	19091L-330
0,25	15	0,25	40 a 280/300	19091L-431
0,25	30	0,15	40 a 280/300	19091L-333
0,25	30	0,25	40 a 280/300	19091L-433
0,25	30	0,50	40 a 280/300	19091L-133
0,32	15	0,50	40 a 280/300	19091L-111
0,32	30	0,25	40 a 280/300	19091L-413
0,32	30	0,50	40 a 280/300	19091L-113
0,32	60	0,25	40 a 280/300	19091L-416
0,53	15	1,00	40 a 260/280	19095L-021
0,53	30	0,50	40 a 260/280	19095L-523
0,53	30	1,00	40 a 260/280	19095L-023



## DB-1301 y DB-1701

- (6%-cianopropil-fenil) metilpolisiloxano
- Equivalente a la fase USP G43
- Polaridad media/baja
- Ligadas y entrecruzadas
- Sustituto exacto de HP-1301 y HP-1701
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** Rtx-1301, PE-1301, VF-1301ms

SPB-1701, CP-Sil 19 CB, Rtx-1701, BP-10, OV-1701, 007-1701, ZB-1701, VF-1701ms

### DB-1301

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	30	0,25	-20 a 280/300	122-1332
0,25	30	1,00	-20 a 280/300	122-1333
0,25	60	0,25	-20 a 280/300	122-1362
0,25	60	1,00	-20 a 280/300	122-1363
0,32	30	0,25	-20 a 280/300	123-1332
0,32	30	1,00	-20 a 280/300	123-1333
0,32	60	1,00	-20 a 280/300	123-1363
0,53	15	1,00	-20 a 260/280	125-1312
0,53	30	1,00	-20 a 260/280	125-1332
0,53	30	1,50	-20 a 260/280	125-1333

### DB-1701

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,10	20	0,10	-20 a 280/300	127-0722
0,10	20	0,40	-20 a 280/300	127-0723
0,18	10	0,40	-20 a 280/300	121-0713
0,25	15	0,25	-20 a 280/300	122-0712
0,25	15	1,00	-20 a 280/300	122-0713
0,25	30	0,15	-20 a 280/300	122-0731
0,25	30	0,25	-20 a 280/300	122-0732
0,25	30	1,00	-20 a 280/300	122-0733
0,25	60	0,15	-20 a 280/300	122-0761
0,25	60	0,25	-20 a 280/300	122-0762
0,25	60	0,50	-20 a 280/300	122-0766
0,25	60	1,00	-20 a 280/300	122-0763



### DB-1701

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	15	0,25	-20 a 280/300	123-0712
0,32	15	1,00	-20 a 280/300	123-0713
0,32	30	0,15	-20 a 280/300	123-0731
0,32	30	0,25	-20 a 280/300	123-0732
0,32	30	1,00	-20 a 280/300	123-0733
0,32	50	1,00	-20 a 280/300	123-0753
0,32	60	0,25	-20 a 280/300	123-0762
0,32	60	1,00	-20 a 280/300	123-0763
0,53	15	1,00	-20 a 260/280	125-0712
0,53	30	0,25	-20 a 260/280	125-0731
0,53	30	0,50	-20 a 260/280	125-0737
0,53	30	1,00	-20 a 260/280	125-0732
0,53	30	1,50	-20 a 260/280	125-0733
0,53	60	1,00	-20 a 260/280	125-0762

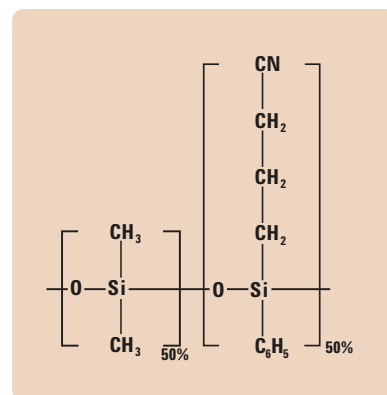
### DB-225

- (50%-cianopropilfenil)-dimetilpolisiloxano
- Polaridad media/alta
- Excelente para separaciones de los ésteres métilicos cis y trans de ácidos grasos (FAMES)
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Sustituto exacto de HP-225
- Prácticamente equivalente a la fase USP G7

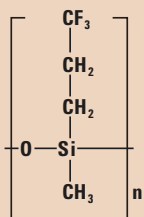
**Fases similares:** SP-2330, CP-Sil 43 CB, Rtx-225, BP-225, OV-225, 007-225, AT-225

### DB-225

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,10	20	0,10	40 a 220/240	127-2222
0,18	20	0,20	40 a 220/240	121-2223
0,25	15	0,25	40 a 220/240	122-2212
0,25	30	0,15	40 a 220/240	122-2231
0,25	30	0,25	40 a 220/240	122-2232
0,32	30	0,25	40 a 220/240	123-2232
0,53	15	1,00	40 a 200/220	125-2212
0,53	30	0,50	40 a 200/220	125-2237
0,53	30	1,00	40 a 200/220	125-2232



Estructura de cianopropilfenilmetilpolisiloxano



Estructura de trifluoropropilmetilpolisiloxano

## DB-200

- (35% trifluoropropil)-metilpolisiloxano
- Límite de temperatura de 300/320°C
- Polaridad media (más polar que DB-1701 o DB-17)
- Ideal para isómeros posicionales difíciles de separar
- Exclusivas interacciones con compuestos que contienen grupos nitro, halógeno y carbonilo
- ECD de bajo sangrado
- Selectividad exclusiva
- Prácticamente equivalente a la fase USP G6

**Fases similares:** Rtx-200, VF-200ms

### DB-200

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	30	0,25	30 a 300/320	122-2032
0,25	30	0,50	30 a 300/320	122-2033
0,32	30	0,25	30 a 300/320	123-2032
0,32	30	0,50	30 a 300/320	123-2033
0,53	30	1,00	30 a 280/300	125-2032

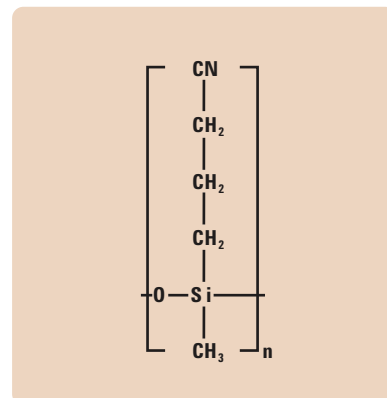
## DB-23

- (50%-cianopropil)-metilpolisiloxano
- Alta polaridad
- Diseñada para la separación de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME)
- Excelente resolución para isómeros cis- y trans
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Sustituye a HP-23
- Prácticamente equivalente a la fase USP G5

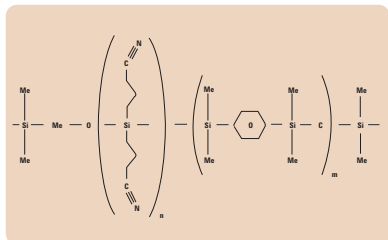
**Fases similares:** SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340, VF-23ms

### DB-23

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,20	40 a 250/260	121-2323
0,25	15	0,25	40 a 250/260	122-2312
0,25	30	0,15	40 a 250/260	122-2331
0,25	30	0,25	40 a 250/260	122-2332
0,25	60	0,15	40 a 250/260	122-2361
0,25	60	0,25	40 a 250/260	122-2362
0,32	30	0,25	40 a 250/260	123-2332
0,32	60	0,25	40 a 250/260	123-2362
0,53	15	0,50	40 a 230/240	125-2312
0,53	30	0,50	40 a 230/240	125-2332



Estructura de cianopropilmetilpolisiloxano



Estructura de cianopropil-aryl-polisiloxano

## HP-88

- (88%-cianopropil)-aryl-polisiloxano
- Límites de temperatura superiores a 250/320°C
- Alta polaridad
- Diseñada para separación de los ésteres métilicos cis y trans de ácidos grasos (FAME)
- Separación aún mejor que los isómeros cis y trans por la DB-23

**Fases similares:** CP-Sil 88, SP-2560, SP-2340, SP-2330, BPX-70, BPX-90

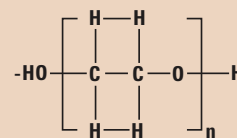
Dado que las columnas HP-88 no están ligadas ni entrecruzadas, no recomendamos lavarlas con disolventes.

### HP-88

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	100	0,25	0 a 250/260	112-88A7
0,25	60	0,2	0 a 250/260	112-8867
0,25	30	0,2	0 a 250/260	112-8837

## Columnas de polietilenglicol (PEG)

Agilent ofrece toda una gama de columnas de PEG. Aunque cada fase se basa en un polímero de polietilenglicol, el estricto control de los procesos de entrecruzado y la desactivación dan como resultado una variedad de características únicas para cada fase, satisfaciendo con ellas el amplio abanico de necesidades de su laboratorio.



Estructura de polietilenglicol

Columna PEG	Características	Beneficios
DB-WAX DB-WaxFF	Límite de temperatura operativo mínimo Muy similar a Carbowax 20M Disponible con 0,10 mm d.i. Muy inerte	Análisis de analitos de bajo punto de ebullición Transferencia de métodos antiguos a fase ligada Se utiliza para Fast GC ofreciendo una productividad de muestras alta Amplia compatibilidad con analitos
DB-WAXetr	Rango de temperatura de operación medio	Compromiso para analitos con alto y bajo punto de ebullición
HP-INNOWax	Límite de temperatura superior máximo Buena compatibilidad química Sangrado mínimo a temperaturas elevadas Muy inerte	Analiza compuestos con alto punto de ebullición Excelente columna de uso general Opción óptima para MS Amplia compatibilidad con analitos
DB-FFAP, HP-FFAP	Modificada para ácidos	Se pueden inyectar ácidos orgánicos sin derivatización
CAM	Base modificada No ligada	Buena forma de pico para compuestos básicos No se puede lavar con disolvente





## DB-WAX y DB-WaxFF

- Polietilenglicol (PEG)
- Equivalente a la fase USP G16
- Alta polaridad
- El límite inferior de temperatura de 20 °C es inferior al de cualquier otra fase PEG ligada; mejora la resolución de analitos con bajo punto de ebullición
- Reproducibilidad entre columnas
- Ligadas y entrecruzadas
- Sustituto exacto de HP-WAX
- Lavable con disolvente
- La DB-WaxFF se trata de una DB-Wax microbore altamente reproducible, especialmente comprobada para el análisis de fragancias

**Fases similares:** HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, Rtx-WAX, ZB-WAX, VF-WAXms

### DB-WAX y DB-WaxFF

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
<b>DB-WAX</b>				
0,05	10	0,05	20 a 250/260	126-7012
0,05	10	0,10	20 a 240/250	126-7013
0,10	10	0,10	20 a 250/260	127-7012
0,10	10	0,20	20 a 240/250	127-7013
0,10	20	0,10	20 a 250/260	127-7022
0,10	20	0,20	20 a 240/250	127-7023
0,18	10	0,18	20 a 250/260	121-7012
0,18	20	0,18	20 a 250/260	121-7022
0,18	20	0,30	20 a 240/250	121-7023
0,18	40	0,18	20 a 250/260	121-7042
0,18	40	0,30	20 a 240/250	121-7043
0,20	25	0,20	20 a 250/260	128-7022
0,20	30	0,20	20 a 250/260	128-7032
0,20	50	0,20	20 a 250/260	128-7052

**DB-WAX y DB-WaxFF**

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	15	0,25	20 a 250/260	122-7012
0,25	15	0,50	20 a 240/250	122-7013
0,25	30	0,15	20 a 250/260	122-7031
0,25	30	0,25	20 a 250/260	122-7032
0,25	30	0,50	20 a 240/250	122-7033
0,25	60	0,15	20 a 250/260	122-7061
0,25	60	0,25	20 a 250/260	122-7062
0,25	60	0,50	20 a 240/250	122-7063
0,32	15	0,25	20 a 250/260	123-7012
0,32	15	0,50	20 a 240/250	123-7013
0,32	30	0,15	20 a 250/260	123-7031
0,32	30	0,25	20 a 250/260	123-7032
0,32	30	0,50	20 a 240/250	123-7033
0,32	60	0,25	20 a 250/260	123-7062
0,32	60	0,50	20 a 240/250	123-7063
0,45	30	0,85	20 a 230/240	124-7032
0,53	15	0,50	20 a 230/240	125-7017
0,53	15	1,00	20 a 230/240	125-7012
0,53	30	0,25	20 a 230/240	125-7031
0,53	30	0,50	20 a 230/240	125-7037
0,53	30	1	20 a 230/240	125-7032
0,53	60	1,00	20 a 230/240	125-7062

**DB-WaxFF**

0,10	20	0,20	20 a 240/250	127-7023FF
------	----	------	--------------	------------

Sólo los liners Agilent son diseñados acorde con las tolerancias precisas de los inyectores GC de Agilent.

Para más información visite

[www.agilent.com/chem/liners](http://www.agilent.com/chem/liners)



## DB-WAXetr

- Polietilenglicol (PEG)
- Rango de temperatura ampliado (Extended Temperature Range, (etr.))
- Alta polaridad
- Excelente repetibilidad entre columnas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Equivalente a la fase USP G16

**Fases similares:** HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, ZB-WAX

### DB-WAXetr

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,20	25	0,40	30 a 250/260	128-7323
0,25	30	0,25	30 a 260/280	122-7332
0,25	30	0,50	30 a 250/260	122-7333
0,25	60	0,25	30 a 260/280	122-7362
0,25	60	0,50	30 a 250/260	122-7363
0,32	15	0,25	30 a 260/280	123-7312
0,32	15	1,00	30 a 250/260	123-7314
0,32	30	0,25	30 a 260/280	123-7332
0,32	30	0,50	30 a 250/260	123-7333
0,32	30	1,00	30 a 250/260	123-7334
0,32	50	1,00	30 a 250/260	123-7354
0,32	60	0,25	30 a 260/280	123-7362
0,32	60	0,50	30 a 250/260	123-7363
0,32	60	1,00	30 a 250/260	123-7364
0,53	15	1,00	30 a 240/260	125-7312
0,53	15	2,00	50 a 230/250	125-7314
0,53	30	1,00	30 a 240/260	125-7332
0,53	30	1,50	30 a 230/240	125-7333
0,53	30	2,00	50 a 230/250	125-7334
0,53	60	1,00	30 a 240/260	125-7362



## HP-INNOWax

- Polietilenglicol (PEG)
- Alta polaridad
- Límite de temperatura superior más alto de todas las fases PEG ligadas
- Repetibilidad entre columnas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Prácticamente equivalente a la fase USP G16

**Fases similares:** HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, DB-WAXetr, ZB-WAX

### HP-INNOWax

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	40 a 260/270	19091N-577
0,20	25	0,20	40 a 260/270	19091N-102
0,20	25	0,40	40 a 260/270	19091N-202
0,20	50	0,20	40 a 260/270	19091N-105
0,20	50	0,40	40 a 260/270	19091N-205
0,25	4	0,25	40 a 260/270	19091N-130
0,25	5	0,15	40 a 260/270	19091N-030
0,25	15	0,25	40 a 260/270	19091N-131
0,25	15	0,50	40 a 260/270	19091N-231
0,25	30	0,15	40 a 260/270	19091N-033
0,25	30	0,25	40 a 260/270	19091N-133
0,25	30	0,50	40 a 260/270	19091N-233
0,25	60	0,15	40 a 260/270	19091N-036
0,25	60	0,25	40 a 260/270	19091N-136
0,25	60	0,50	40 a 260/270	19091N-236
0,32	15	0,25	40 a 260/270	19091N-111
0,32	30	0,15	40 a 260/270	19091N-013
0,32	30	0,25	40 a 260/270	19091N-113
0,32	30	0,50	40 a 260/270	19091N-213
0,32	60	0,25	40 a 260/270	19091N-116
0,32	60	0,5	40 a 260/270	19091N-216
0,53	15	1,00	40 a 240/250	19095N-121
0,53	30	1,00	40 a 240/250	19095N-123
0,53	60	1,00	40 a 240/250	19095N-126



## DB-FFAP

- Polietilenglicol modificado con ácido nitrotereftálico
- Alta polaridad
- Rango de temperatura desde 40°C hasta 250°C
- Diseñada para el análisis de fenoles y ácidos grasos volátiles
- Sustituye a OV-351
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Prácticamente equivalente a la fase USP G35

No recomendamos el uso de agua ni metanol para lavar las columnas de GC DB-FFAP.

**Fases similares:** Stabilwax-DA, HP-FFAP, Nukol, 007-FFAP, BP21, CP-Wax 58 (FFAP) CB, AT-1000, OV-351, CP-FFAP-CB

### DB-FFAP

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	15	0,25	40 a 250	122-3212
0,25	30	0,25	40 a 250	122-3232
0,25	30	0,50	40 a 250	122-3233
0,25	60	0,25	40 a 250	122-3262
0,25	60	0,50	40 a 250	122-3263
0,32	15	0,25	40 a 250	123-3212
0,32	25	0,50	40 a 250	123-3223
0,32	30	0,25	40 a 250	123-3232
0,32	30	0,50	40 a 250	123-3233
0,32	30	1,00	40 a 250	123-3234
0,32	50	0,50	40 a 250	123-3253
0,32	60	0,25	40 a 250	123-3262
0,32	60	0,50	40 a 250	123-3263
0,32	60	1,00	40 a 250	123-3264
0,45	30	0,85	40 a 250	124-3232
0,53	10	1,00	40 a 250	125-32H2
0,53	15	0,50	40 a 250	125-3217
0,53	15	1,00	40 a 250	125-3212
0,53	30	0,25	40 a 250	125-3231
0,53	30	0,50	40 a 250	125-3237
0,53	30	1,00	40 a 250	125-3232
0,53	30	1,50	40 a 250	125-3233
0,53	60	1,00	40 a 250	125-3262

## HP-FFAP

- Polietilenglicol modificado con ácido nitrotereftálico
- Alta polaridad
- Rango de temperatura desde 60°C hasta 240/250°C (230/240°C para 0,53 mm)
- Diseñada para el análisis de fenoles y ácidos grasos volátiles
- Sustituye a OV-351
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Prácticamente equivalente a la fase USP G35

No recomendamos el uso de agua ni metanol para lavar las columnas GC HP-FFAP.

**Fases similares:** Stabilwax-DA, DB-FFAP, Nukol, 007-FFAP, BP21, CP-WAX 58 (FFAP) CB, AT-1000, OV-351, CP-FFAP-CB

### HP-FFAP

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,20	25	0,30	60 a 240/250	19091F-102
0,20	50	0,30	60 a 240/250	19091F-105
0,25	30	0,25	60 a 240/250	19091F-433
0,32	25	0,50	60 a 240/250	19091F-112
0,32	30	0,25	60 a 240/250	19091F-413
0,32	50	0,50	60 a 240/250	19091F-115
0,53	10	1,00	60 a 240	19095F-121
0,53	15	1,00	60 a 240	19095F-120
0,53	30	1,00	60 a 240	19095F-123



## CAM

- Polietilenglicol desactivado básico
- Especialmente diseñada para análisis de aminas
- Excelente forma de pico para aminas primarias
- Sustituye a HP-BasicWax

**Fases similares:** Stabilwax-DB, Carbowax Amine

Dado que las columnas CAM no están ligadas ni entrecruzadas, no recomendamos lavarlas con disolventes.

### CAM

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	15	0,25	60 a 220/240	112-2112
0,25	30	0,25	60 a 220/240	112-2132
0,25	30	0,50	60 a 220/240	112-2133
0,25	60	0,25	60 a 220/240	112-2162
0,32	30	0,25	60 a 220/240	113-2132
0,32	30	0,50	60 a 220/240	113-2133
0,53	30	1	60 a 200/220	115-2132



## Columnas especializadas

Agilent ofrece una amplia variedad de columnas especializadas para aplicaciones de alta temperatura, pesticidas, petróleo, compuestos semivolátiles y volátiles, y biociencia. En esta guía se incluye una selección de las columnas más conocidas. Para obtener una lista completa de las columnas para cromatografía de gases de Agilent, consulte el catálogo de productos básicos para cromatografía y espectroscopia de o póngase en contacto con el representante local.

## Columnas capilares de GC biodiésel

Los biocombustibles se están convirtiendo en una opción atractiva como alternativa o añadido viable de los combustibles basados en el petróleo. Las columnas Capilares GC Agilent J&W para biodiésel se han diseñado con tal fin y se ha optimizado su aplicación para analizar si el biodiésel cumple los estándares de prueba ASTM y CEN.

### Glicerina libre/total en biodiésel EN14105 y glicerina libre/total en biodiésel ASTM D6584

- Diseño para el análisis de glicerina libre y total en B100 según las normas EN14105 o ASTM D6584.
- Procesamiento especial para la ampliación del límite de temperatura a 400 °C.
- Tubo de sílice fundida con recubrimiento de poliimida de alta temperatura.
- Excelente forma de los picos y ampliación de la vida útil de la columna.
- Ligada y entrecruzada.
- Se puede lavar con disolvente.
- Se pueden solicitar las precolumnas 160-BD65-5 (5 m x 0,53 mm).





## Análisis de FAME biodiésel EN14103

- Diseñado especialmente para el análisis de ésteres y de ésteres metílicos de ácido linoleico en B100 con EN14103
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

## Metanol residual biodiésel EN14110

- Diseñado especialmente para determinar metanol en traza en B100 según la norma EN14110
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

### *Columnas capilares de GC biodiésel*

Descripción	D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
Glicerina libre/total en biodiésel ASTM D6584	0,32	15	0,1	-60 a 400	123-BD11
Glicerina libre/total en biodiésel EN14105	0,32	10	0,1	-60 a 400	123-BD01
Análisis de FAME en biodiésel EN14103	0,32	30	0,25	40 a 260/270	1909BD-113
Metanol residual en biodiésel EN14110	0,32	30	1,8	20 a 260/280	123-BD34

### *Muestras de la prueba de biodiésel*

Descripción	Referencia
Kit de MSTFA en biodiésel, 10 ampollas de 1 ml N-metil-N-(trimetilsilil)trifluoro-acetamida para el método ASTM D6584	5190-1407
Kit de biodiésel D6584 2 soluciones de patrones internos (1 ml, 5/envase) y 2 soluciones de patrones internos (5 ml)	5190-1408
Kit de biodiésel E14105, 4 ampollas de 1 ml 4 soluciones de patrones	5190-1409
Kit de monoglicéridos en biodiésel, 3 ampollas de 1 ml	5190-1410

## Columnas de temperatura elevada

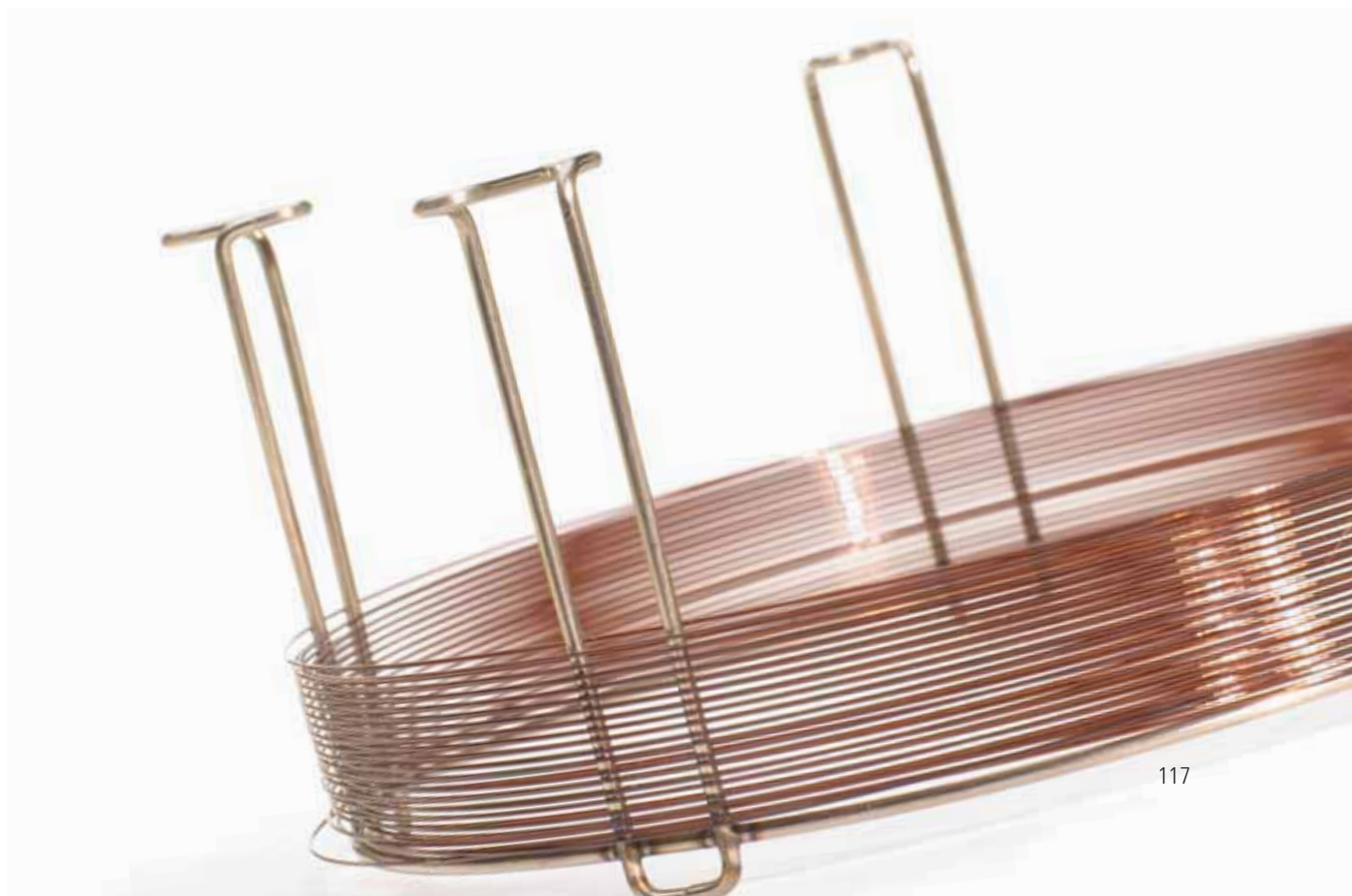
### DB-1ht

- 100% dimetilpolisiloxano
- Apolar
- Especialmente procesada para un límite de temperatura ampliado de 400°C
- Tubo de sílice fundida, recubierta de poliimida, de alta temperatura
- Excelente forma de pico y elución más rápida para compuestos con alto punto de ebullición
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** Stx-1ht

### DB-1ht

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	15	0,10	-60 a 400	122-1111
0,25	30	0,10	-60 a 400	122-1131
0,32	15	0,10	-60 a 400	123-1111
0,32	30	0,10	-60 a 400	123-1131





## DB-5ht

- (5%-fenil)-metilpolisiloxano
- Apolar
- Especialmente procesada para un límite de temperatura ampliado de 400°C
- Tubo de sílice fundida, recubierta de poliimida, de alta temperatura
- Excelente forma de pico y elución más rápida para compuestos con alto punto de ebullición
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** HT5, Stx-5ht, VF-5ht

### DB-5ht

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	15	0,10	-60 a 400	122-5711
0,25	30	0,10	-60 a 400	122-5731
0,32	15	0,10	-60 a 400	123-5711
0,32	30	0,10	-60 a 400	123-5731



## DB-17ht

- (50%-fenil)-metilpolisiloxano
- Polaridad media
- Límite superior de temperatura ampliado de 365 °C
- Tubo de sílice fundida, recubierta de poliimida, de alta temperatura
- Excelente forma de pico y elución más rápida para compuestos con alto punto de ebullición
- Resolución mejorada para triglicéridos
- Ideal para análisis de confirmación
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** Rtx-65TG, BPX50, CP-TAP CB

### **DB-17ht**

<b>D.I. (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Película (µm)</b>	<b>Límites temp. (°C)</b>	<b>Referencia</b>
0,25	15	0,15	40 a 340/365	122-1811
0,25	30	0,15	40 a 340/365	122-1831
0,32	15	0,15	40 a 340/365	123-1811
0,32	30	0,15	40 a 340/365	123-1831
0,32	60	0,15	40 a 340/365	123-1861



## Hydrocarburos aromáticos policíclicos

### DB-EUPAH

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) son compuestos químicos con una estructura de anillos aromáticos fusionados, los cuales se forman durante la combustión incompleta de los materiales orgánicos. La Comisión Europea (UE) recomienda el control de 16 compuestos PAH con propiedades genotóxicas y cancerígenas. Las columnas capilares Agilent J&W DB-EUPAH para cromatografía de gases se han diseñado específicamente para este fin y se han optimizado y probado para estas aplicaciones con el fin de ofrecer un rendimiento óptimo para todos los compuestos cuyo control regula la UE.

- Diseño especial para el análisis de compuestos PAH regulados por la UE.
- Análisis individual mediante un conjunto de pruebas con sonda de control de calidad específico para esta aplicación.
- Alta resolución de los isómeros críticos (por ejemplo, benzo(b,j,k)flurorantenos).
- Estabilidad térmica óptima para un análisis exacto de los compuestos PAH con puntos de ebullición altos (por ejemplo, dibenzopirenos).
- Excelente relación señal-ruido.
- Dimensiones de columna optimizadas para un rendimiento superior.

#### **DB-EUPAH**

<b>D.I. (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Película (µm)</b>	<b>Límites temp. (°C)</b>	<b>Referencia</b>
0,18	20	0,14	40 a 320/340	121-9627
0,25	60	0,25	40 a 320/340	122-96L2
0,32	15	0,25	40 a 320/340	123-9612

## Columnas para pesticidas

Las columnas Agilent J&W de bajo sangrado son ideales para el análisis de pesticidas. No solo presentan menos sangrado que los polímeros estándar, lo que mejora la relación señal/ruido y reduce las cantidades mínimas detectables, sino que también tienen límites superiores de temperatura más altos, lo que reduce el tiempo de análisis. Agilent ofrece además varias fases comunes con las que se han realizado pruebas adicionales para pesticidas específicos para garantizar el rendimiento de la aplicación.

### DB-1701P

- Polaridad media/baja
- Sustituto exacto de HP-PAS1701
- Especialmente diseñada y procesada para el análisis de pesticidas organoclorados
- Probada con ECD para asegurar la mínima fragmentación de los pesticidas y un bajo sangrado ECD
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** SPB-1701, CP-Sil 19CB, Rtx-1701, BP-10, CB-1701, OV-1701, 007-1701

### DB-1701P

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	30	0,25	-20 a 280/300	122-7732
0,32	25	0,25	-20 a 280/300	123-7722
0,32	30	0,25	-20 a 280/300	123-7732
0,53	30	1,00	-20 a 260/280	125-7732

## DB-608

- Específicamente diseñada para el análisis de pesticidas clorados y PCBs
- Métodos EPA U.S.: 608, 508, 8080
- Excelente inercia y recuperación sin fragmentación de los pesticidas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Sustituto exacto de HP-608

**Fases similares:** SPB-608, NON-PAKD Pesticide, 007-608

### DB-608

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película ( $\mu\text{m}$ )	Límites temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Referencia
0,18	20	0,18	40 a 280/300	121-6822
0,25	30	0,25	40 a 280/300	122-6832
0,32	30	0,5	40 a 280/300	123-1730
0,45	30	0,70	40 a 260/280	124-1730
0,53	15	0,83	40 a 260/280	125-1710
0,53	30	0,50	40 a 260/280	125-6837
0,53	30	0,83	40 a 260/280	125-1730



Los viales certificados de Agilent se fabrican con la misma calidad de diseño, el mismo conocimiento técnico y rigurosas especificaciones que se aplican a cualquier instrumento Agilent. Más información en [www.agilent.com/chem/vials](http://www.agilent.com/chem/vials)

## Columnas para petróleo

Las aplicaciones relacionadas con el petróleo son de naturaleza muy variada. Desde gases nobles a destilación simulada, Agilent ofrece una amplia gama de columnas diseñadas para satisfacer las necesidades del cromatografista en petróleo/petroquímica. Consulte la sección de columnas PLOT para análisis de gases ligeros.

### DB-2887

- 100% dimetilpolisiloxano
- Específicamente diseñada para destilación simulada según el método ASTM D2887
- Rápido acondicionamiento, tiempos de análisis cortos y bajo sangrado en comparación con las columnas empaquetadas
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** HP-1, Petrocol EX2887, MXT-2887, MXT-1, Rtx-2887

#### DB-2887

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	10	3	-60 to 350	125-2814

### DB-HT SimDis

- 100% dimetilpolisiloxano
- Fase de "punto de ebullición" para destilación simulada a alta temperatura
- Tubo de acero inoxidable duradero
- Límite superior de temperatura de 430 °C
- Rango de destilación de C6 a C110+
- Bajo sangrado, incluso a 430 °C
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

**Fases similares:** Petrocol EX2887, CP-SimDist Ultimetal, MXT-2887, Rtx-2887, AC Controls High Temp Sim Dist, AT-2887

#### DB-HT SimDis

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	5	0,15	-60 a 400/430	145-1001





## Columnas para semivolátiles

Los semivolátiles se extraen habitualmente de muestras de suelos u otras matrices medioambientales. Las columnas GC con una reproducibilidad del tiempo de retención precisa y el buen rendimiento del espectrómetro de masas son facilitadores clave para estos análisis tan exigentes.

### DB-5,625

- Prácticamente equivalente a (5%-fenil)-metilpolisiloxano
- No polar
- Especialmente procesada para mostrar una inercia excelente en los métodos para semivolátiles EPA 625, 1625, 8270 y protocolos CLP\*
- Excede los criterios de rendimiento EPA para semivolátiles
- Inerte frente a compuestos ácidos, básicos y neutros
- Alto límite de temperatura con excelente estabilidad térmica y bajo sangrado
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

\* Ensayada con pentaclorofenol, 2,4-dinitrofenol, carbazol y N-nitrosodifenilamina para evaluar los factores de respuesta.

**Fases similares:** XTI-5, Rtx-5, PTE-5, BPX-5

### DB-5,625

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	0,18	-60 a 325/350	121-5621
0,18	20	0,36	-60 a 325/350	121-5622
0,25	30	0,25	-60 a 325/350	122-5631
0,25	30	0,50	-60 a 325/350	122-5632
0,25	30	1,00	-60 a 325/350	122-5633
0,25	60	0,25	-60 a 325/350	122-5661
0,32	30	0,25	-60 a 325/350	123-5631
0,32	30	0,50	-60 a 325/350	123-5632

## Columnas para volátiles

Agilent ofrece una selección de químicas poliméricas avanzadas para aplicaciones volátiles de mayor demanda. Tanto para una columna analítica primaria como para una columna de confirmación complementaria, las columnas capilares Agilent J&W son la primera opción de los cromatografistas.

### DB-VRX

- Selectividad exclusiva, diseñada para una óptima resolución en análisis de volátiles: métodos EPA U.S. 502.2, 524.2 y 8260
- Las columnas de 0,45 mm d.i. ofrecen más platos por metro en comparación con las columnas de 0,53 mm d.i., lo que se traduce en menos coeluciones en el método GC (una primicia en la industria)\*\*
- No se requiere enfriamiento por debajo de la temperatura ambiental para resolver los seis "gases"
- Análisis rápidos:
  - < 30 minutos para un óptimo tránsito de muestra
  - < 8 minutos con 0,18 mm d.i.
- Baja polaridad
- Excelente forma de pico
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente

\*\*Dos coeluciones: 1) m- y p-xileno, para los que EPA U.S. no requiere separación y 2) 1,1,2,2-tetracloroetano y o-xileno, que se separan utilizando detectores PID y ELCD, respectivamente. Nota para los analistas de GC/MS: estos compuestos coeluyentes tienen iones característicos primarios diferentes, de 83 y 106 respectivamente.

**Fases similares:** VOCOL, NON-PAKD, Rtx-Volatiles, PE-Volatiles, 007-624, HP-624, CP-624, Rtx-VRX, Rtx-VGC

### DB-VRX

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	1,00	-10 a 260	121-1524
0,18	40	1,00	-10 a 260	121-1544
0,25	30	1,40	-10 a 260	122-1534
0,25	60	1,40	-10 a 260	122-1564
0,32	30	1,80	-10 a 260	123-1534
0,32	60	1,80	-10 a 260	123-1564
0,45	30	2,55	-10 a 260	124-1534
0,45	75	2,55	-10 a 260	124-1574



## DB-624

- Especialmente diseñada para el análisis de contaminantes prioritarios volátiles y disolventes residuales
- No precisa sistema criogénico para el método EPA U.S. 502.2
- Excelente para los métodos EPA U.S.: 501.3, 502.2, 503.1, 524.2, 601, 602, 8010, 8015, 8020, 8240, 8260 y USP 467
- Excelente comportamiento inerte frente a compuestos activos
- Ligadas y entrecruzadas
- Lavable con disolvente
- Sustituto exacto del HP-624
- Equivalente a la fase USP G43

**Fases similares:** AT-624, Rtx-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624, VF-624ms

### DB-624

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,18	20	1,00	-20 a 280	121-1324
0,20	25	1,12	-20 a 260	128-1324
0,25	30	1,40	-20 a 260	122-1334
0,25	60	1,4	-20 a 260	122-1364
0,32	30	1,80	-20 a 260	123-1334
0,32	60	1,80	-20 a 260	123-1364
0,45	30	2,55	-20 a 260	124-1334
0,45	75	2,55	-20 a 260	124-1374
0,53	30	3	-20 a 260	125-1334
0,53	60	3,00	-20 a 260	125-1364
0,53	75	3,00	-20 a 260	125-1374





## Columnas para biociencia

La biociencia plantea difíciles desafíos a los cromatografistas capilares (GC). Entre ellos se incluyen complejas matrices de muestra, la necesidad de bajos niveles de detección y las características de actividad química de muchas de las muestras. En respuesta a ello, Agilent ofrece una línea de columnas específicamente diseñadas para tests de drogas de abuso.

### DB-ALC1 y DB-ALC2

- Análisis fiable de alcohol en sangre
- Par optimizado de columna primaria y de confirmación para análisis U.S. de alcohol en sangre
- Tiempos de análisis GC más cortos
- Resolución mejorada de picos claves de etanol/acetona
- Disponibles en 0,32 y 0,53 mm d.i.
- Ligadas y entrecruzadas

**Fases similares:** Rtx-BAC1, Rtx-BAC2

#### DB-ALC1 y DB-ALC2

Descripción	D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
DB-ALC1	0,32	30	1,80	20 a 260/280	123-9134
DB-ALC1	0,53	30	3,00	20 a 260/280	125-9134
DB-ALC2	0,32	30	1,20	20 a 260/280	123-9234
DB-ALC2	0,53	30	2,00	20 a 260/280	125-9234



Las ferrulas de grafito de alta pureza de Agilent no contienen azufre y otros contaminantes que pueden interferir con el detector.

Obtenga más información en [www.agilent.com/chem/ferrules](http://www.agilent.com/chem/ferrules)

### HP-Fast Residual Solvent

- Equivalente a la fase USP G43
- Película más fina que reduce el tiempo de análisis en un factor de 2,5 y mejora los límites de detección hasta un factor de 2, en comparación con las películas estándar más gruesas utilizadas para el método
- Ligadas y entrecruzadas

**Fases similares:** DB-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624

#### HP-Fast Residual Solvent

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	30	1,00	-20 a 260	19095V-420

## Columnas PLOT

Las columnas PLOT son ideales para separar compuestos que son gases a temperatura ambiente. Agilent Technologies ofrece una exhaustiva línea de columnas PLOT para el análisis de gases permanentes, isómeros de hidrocarburos de bajo peso molecular, compuestos polares volátiles y analitos reactivos tales como gases azufrados, aminas e hidruros. Nuestras fases PLOT se presentan en dimensiones que van de 0,25 a 0,53 mm d.i., lo que facilita la selección de columnas para distintos detectores y requisitos del sistema. Para sistemas GC/MS, ofrecemos varias columnas de pequeño diámetro con fases estacionarias realmente ligadas e inmovilizadas para eliminar la contaminación potencial del detector como consecuencia de la generación de partículas.

### Recomendaciones de aplicación para columnas PLOT

Columna	Fase estacionaria	Aplicaciones típicas
HP-PLOT Molesieve	Zeolita de tamiz molecular 5Å	Gases permanentes y nobles. Disponibilidad de películas gruesas y finas. La columna de película gruesa resuelve el argón y el oxígeno a 35 °C.
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> KCl	Óxido de aluminio desactivado con KCl	Fase alúmina de "polaridad" mínima. Retención mínima de olefinas en comparación con la parafina. Isómeros de hidrocarburo de C <sub>1</sub> a C <sub>8</sub> . Columna adecuada para la cuantificación exacta de dienos, especialmente propadieno y butadieno de corrientes de etileno y propileno.
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> S	Óxido de aluminio desactivado con sulfato sódico	Uso general excelente de la columna de alúmina para hidrocarburos ligeros: isómeros de C <sub>1</sub> a C <sub>8</sub> . Columna óptima para la resolución de acetileno del butano y propileno del isobutano.
GS-Alumina	Óxido de aluminio con desactivación propia	Columna de alúmina de "polaridad" máxima. Retención máxima de olefinas en comparación con la parafina. Uso general excelente de la columna de alúmina para hidrocarburos ligeros: isómeros de C <sub>1</sub> a C <sub>8</sub> . Columna óptima para la resolución de ciclopropano del propileno. Estabilidad adecuada y recuperación a partir de la saturación de agua.
HP-PLOT Q	Poliestireno-divinilbenceno	Isómeros de C <sub>1</sub> a C <sub>3</sub> , alcanos hasta C <sub>12</sub> , CO <sub>2</sub> , metano, aire/CO, agua, compuestos oxigenados, compuestos de azufre y disolventes.
HP-PLOT U	Divinilbenceno/etileno	Más polar que las columnas HP-PLOT Q y GS-Q. Hidrocarburos de C <sub>1</sub> a C <sub>7</sub> , CO <sub>2</sub> , metano, aire/CO, agua, oxigenados de glicoldimetacrilato, aminas, disolventes, alcoholes, cetonas y aldehídos.
GS-GasPro	Base de sílice ligada propia	Hidrocarburos de C <sub>1</sub> a C <sub>12</sub> , CO <sub>2</sub> , azufres de nivel de trazas, gases híbridos, gases inorgánicos, halocarbonos, SF <sub>6</sub> y separación de oxígeno y nitrógeno a -80 °C.
GS-CarbonPLOT	Capa de carbono monolítica ligada	Hidrocarburos de C <sub>1</sub> a C <sub>5</sub> , CO <sub>2</sub> , aire/CO, acetileno de nivel de trazas en etileno y metano.
GS-OxyPLOT	Adsorbente de alta selectividad propio	Retención alta para hidrocarburos oxigenados (índice de retención de metanol +1.400). Útil para alcoholes, cetonas y éteres en gasolina, diesel y corrientes de hidrocarburos de C <sub>1</sub> a C <sub>4</sub> .

## GS-OxyPLOT

- Análisis precisos de oxigenados en nivel ppm/ppb en hidrocarburos C<sub>1</sub> a C<sub>10</sub>
- Gran selectividad para una gran variedad de oxigenados (éteres, alcoholes, aldehídos y cetonas) en matrices complejas como, por ejemplo, hidrocarburos gaseosos, combustibles de motor y petróleo crudo
- Adecuados para métodos ASTM para oxigenados
- Estabilidad de columna muy alta (límite de temperatura superior de 350 °C) sin sangrado de columna
- El recubrimiento de fase estable elimina prácticamente la generación de partículas y los picos fantasma del detector
- Excelente para análisis GC cuantitativos de baja concentración
- Perfecta para aplicaciones de "heart-cut" selectivas

**Fases similares:** CP-LowOX

### GS-OxyPLOT

D.I. (mm)	Longitud (m)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	10	350	115-4912

## HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> KCl

- Fase de alúmina de "polaridad" mínima.
- Óxido de aluminio desactivado con KCl.
- Selección de columna estándar para análisis de hidrocarburos ligeros (isómeros de hidrocarburos de C<sub>1</sub> a C<sub>8</sub>).
- Baja retención de olefinas en comparación con la parafina equivalente.
- Excelente para la cuantificación de dienos, especialmente propadieno y butadieno de corrientes de etileno y propileno.
- Fase recomendada para muchos métodos de ASTM.
- Es preferible la desactivación de alúmina con KCl.

**Fases similares:** CP-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl

### HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> KCl

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	30	5,00	-60 a 200	19091P-K33
0,32	50	8,00	-60 a 200	19091P-K15
0,53	30	15	-60 a 200	19095P-K23
0,53	50	15	-60 a 200	19095P-K25

Mediante la tecnología de flujo capilar, los nuevos Agilent Deans Switch hacen que el corte de fracciones principales sea más práctico y fiable.

Pedidos online en [www.agilent.com/chem/store](http://www.agilent.com/chem/store)





## GS-Alumina KCl

- Fase de alumina muy poco "polar"
- Óxido de aluminio desactivado con KCl
- Perfecto para análisis de hidrocarburos ligeros
- Buena resolución de propadieno y butadieno en corrientes de etileno y propileno

**Fases similares:** CP- $\text{Al}_2\text{O}_3$ /KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ /KCl

### GS-Alumina KCl

D.I. (mm)	Longitud (m)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	30	-60 a 200	115-3332
0,53	50	-60 a 200	115-3352

## HP-PLOT $\text{Al}_2\text{O}_3$ S

- Rango de "polaridad" intermedio para fases de alumina.
- Óxido de aluminio desactivado con sulfato sódico.
- Columna de uso general excelente para el análisis de hidrocarburos ligeros (isómeros de hidrocarburos de  $\text{C}_1$  a  $\text{C}_8$ ).
- Columna óptima para la resolución de acetileno del butano y propileno del isobutano.

**Fases similares:** GS-Alumina

### HP-PLOT $\text{Al}_2\text{O}_3$ S

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película ( $\mu\text{m}$ )	Límites temp. (°C)	Referencia
0,25	30	5,00	-60 a 200	19091P-S33
0,32	25	8,00	-60 a 200	19091P-S12
0,32	50	8,00	-60 a 200	19091P-S15
0,53	15	15,00	-60 a 200	19095P-S21
0,53	30	15	-60 a 200	19095P-S23
0,53	50	15	-60 a 200	19095P-S25

## GS–Alumina

- La más "polar" de las fases de alúmina
- Óxido de aluminio con desactivación propia
- Excelente columna de uso general para el análisis de hidrocarburos ligeros: isómeros de hidrocarburos C<sub>1</sub> a C<sub>8</sub>
- Separa hidrocarburos C<sub>1</sub> a C<sub>4</sub> saturados e insaturados
- Mejor para resolver ciclopropano de propileno
- Más rápida, más eficiente y más sensible que las columnas equivalentes empaquetadas
- Requiere un tiempo de acondicionamiento mínimo
- Sustituto preferido de la alúmina desactivada con sulfato sódico debido a su naturaleza regenerativa

**Fases similares:** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT

Nota: las columnas de alúmina tienen tendencia a adsorber agua y CO<sub>2</sub>, lo que con el tiempo da lugar a cambios en los tiempos de retención. En Agilent utilizamos un avanzado proceso de desactivación propio que permite una rápida regeneración. Las columnas GS-Alumina completamente saturadas de agua se regeneran en 7 horas, o menos, a 200 °C.

### GS–Alumina

D.I. (mm)	Longitud (m)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,53	30	-60 a 200	115-3532
0,53	50	-60 a 200	115-3552





## HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> M

- Fase de alúmina de "polaridad" máxima (similar a GS-Alumina).
- Óxido de aluminio desactivado mediante un proceso propio.
- Columna de uso general adecuada para el análisis de hidrocarburos ligeros (isómeros de hidrocarburos de C<sub>1</sub> a C<sub>8</sub>).
- Columna adecuada para la resolución de acetileno del butano y propileno del isobutano.

**Fases similares:** GS-Alumina

### *HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> M*

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	50	8,00	-60 a 200	19091P-M15
0,53	30	15,00	-60 a 200	19095P-M23
0,53	50	15,00	-60 a 200	19095P-M25

## GS-GasPro

- Tecnología exclusiva de columnas de sílice ligadas PLOT
- Excelente elección para hidrocarburos ligeros y gases azufrados
- Estabilidad de retención que no se ve afectada por el agua
- Separa CO y CO<sub>2</sub> en una única columna
- Columna PLOT ideal para GC/MS: sin partículas

**Fases similares:** CP-Silica PLOT

### GS-GasPro

D.I. (mm)	Longitud (m)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	5	-80 a 260/300	113-4302
0,32	15	-80 a 260/300	113-4312
0,32	30	-80 a 260/300	113-4332
0,32	60	-80 a 260/300	113-4362





## GS-CarbonPLOT

- Alta estabilidad, fase estacionaria ligada con capa de carbono
- Selectividad exclusiva para gases orgánicos e inorgánicos
- Límite de temperatura ampliado de 360 °C
- Ideal para GC/MS: sin generación de partículas
- Estabilidad de retención que no se ve afectada por el agua

**Fases similares:** CarboPack, CLOT, Carboxen-1006 PLOT, CP-CarboPLOT P7

### GS-CarbonPLOT

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	15	1,50	0 a 360	113-3112
0,32	30	1,50	0 a 360	113-3132
0,32	30	3,00	0 a 360	113-3133
0,32	60	1,50	0 a 360	113-3162
0,53	15	3,00	0 a 360	115-3113
0,53	30	3,00	0 a 360	115-3133





## HP-PLOT MoleSieve

- Columna PLOT para análisis de gases permanentes
- O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub> resueltos en menos de 5 minutos
- Duradero recubrimiento de tamiz molecular de 5Å que reduce los picos fantasma en la línea base y los daños a las válvulas multipuerto
- Seleccione una película gruesa para separación Ar/O<sub>2</sub> sin enfriamiento criogénico
- Seleccione columnas HP-PLOT MoleSieve de película fina para aplicaciones de monitorización de rutina del aire
- Sustituye a GS-Molesieve

Nota: las columnas de tamices moleculares absorben agua, lo que con el tiempo da lugar a cambios en los tiempos de retención. En Agilent utilizamos un avanzado proceso de desactivación propio que permite una rápida regeneración. Las columnas HP-PLOT MoleSieve completamente saturadas se regeneran en 7 horas, o menos, a 200 °C.

### HP-PLOT MoleSieve

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	30	12,00	-60 a 300	19091P-MS4
0,32	15	25,00	-60 a 300	19091P-MS7
0,32	30	25,00	-60 a 300	19091P-MS8
0,53	15	25,00	-60 a 300	19095P-MS5
0,53	30	25,00	-60 a 300	19095P-MS6
0,53	15	50	-60 a 300	19095P-MS9
0,53	30	50	-60 a 300	19095P-MS0



## HP-PLOT Q

- Columna ligada basada en poliestireno-divinilbenceno
- Columna PLOT con polaridad intermedia entre Porapak-Q y Porapak-N
- Columna excelente para isómeros de C<sub>1</sub> a C<sub>3</sub> y alcanos hasta C<sub>12</sub>, CO<sub>2</sub>, metano, aire/CO, compuestos oxigenados, compuestos de azufre y disolventes
- Columna PLOT para sustituir las columnas gas-sólido empaquetadas
- Separa etano, etileno y etino (acetileno)
- Resolución mejorada en menos tiempo que las columnas empaquetadas convencionales
- Requiere un tiempo de acondicionamiento mínimo: 1 hora
- Columna "Q" preferida por su resistencia

**Fases similares:** CP PoraPLOT Q, CP PoraPLOT Q-HT, Rt-QPLOT, SupelQ PLOT, GS-Q

### HP-PLOT Q

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	15	20,00	-60 a 270/290	19091P-Q03
0,32	30	20,00	-60 a 270/290	19091P-Q04
0,53	15	40	-60 a 270/290	19095P-Q03
0,53	30	40	-60 a 270/290	19095P-Q04

## HP-PLOT U

- Ligada, divinilbenceno/etileno glicol dimetacrilato
- Más polar que HP-PLOT Q
- Columna excelente para hidrocarburos de C<sub>1</sub> a C<sub>7</sub>, CO<sub>2</sub>, metano, aire/CO, agua, oxigenados, aminas, disolventes, alcoholes, cetonas y aldehídos
- Resolución mejorada en menos tiempo que las columnas empaquetadas convencionales

**Fases similares:** PoraPlot U, RTU PLOT

### HP-PLOT U

D.I. (mm)	Longitud (m)	Película (µm)	Límites temp. (°C)	Referencia
0,32	30	10	-60 a 190	19091P-U04
0,53	15	20	-60 a 190	19095P-U03
0,53	30	20	-60 a 190	19095P-U04



## Instalación y solución de problemas de las columnas

### Guía de referencia rápida y consejos para garantizar el rendimiento de los picos

Dado que las columnas para GC Agilent J&W están respaldadas por varias décadas de experiencia en el campo de la cromatografía, puede contar con una calidad y fiabilidad superiores. Además, puede optimizar el rendimiento, la eficiencia y la vida útil de las columnas mediante la implementación de los métodos de instalación y solución de problemas más actualizados.

En esta sección, encontrará consejos, técnicas y guías de referencia rápida que le serán de utilidad:

- Instale cualquier columna capilar con todas las garantías.
- Acondicione y pruebe las columnas nuevas.
- Minimice o evite la reducción del rendimiento de la columna debido a daños térmicos, daños por la exposición al oxígeno y otros factores.
- Localice y solucione los problemas más comunes de las columnas.

De este modo, puede aumentar el número de horas de funcionamiento continuo, reducir el tiempo de inactividad y obtener resultados reproducibles según las necesidades de su laboratorio.





### Sugerencias y herramientas

Encuentre todas las herramientas que necesita para la instalación de columnas en el kit de instalación de columnas de Agilent, ref. 430-2000.

## Guía de referencia rápida para la instalación de columnas capilares

Para obtener información detallada acerca de la instalación, consulte la guía de selección de columnas para cromatografía de gases suministrada con la columna o visite [www.agilent.com/chem/columninstall](http://www.agilent.com/chem/columninstall).

### Lista de comprobación para la instalación de la precolumna

1. Cambie las trampas de oxígeno, humedad e hidrocarburos según sea necesario.
2. Limpie el inyector, cambie los sellos del inyector correspondientes, cambie los liners del inyector y cambie los septa según sea necesario.
3. Compruebe los sellos del detector y cámbielos si es necesario. Limpie o cambie los jets del detector según sea necesario.
4. Compruebe detenidamente la columna para detectar posibles fugas o roturas.
5. Revise los requisitos de presión de los gases del fabricante del cromatógrafo de gases y compruebe la presión de descarga del cilindro para confirmar si el suministro de gas portador, gas auxiliar y gas combustible es adecuado. Los porcentajes de pureza mínimos recomendados para el gas portador son: 99,995% para helio y 99,995% para hidrógeno ( $H_2O < 1 \text{ ppm}$  y  $O_2 < 0,5 \text{ ppm}$ ).
6. Asegúrese de que tiene las herramientas de instalación necesarias. Necesita un cortador de columna, tuercas para la columna, una llave para las tuercas de la columna, férulas, una lupa de aumento y líquido corrector.

**Tabla 6:**  
Tamaños de férula

D.I. de columna	D.I. Férula (mm)
0,10	0,4
0,18	0,4
0,20	0,4
0,25	0,4
0,32	0,5
0,45	0,8
0,53	0,8

### Instalación de la columna

1. Desenrolle aproximadamente 0,5 m de tubo (1 rollo de ~ 0,5 m) desde el soporte de la columna por ambos extremos para instalar el inyector y el detector. Evite dobleces considerables en el tubo.
2. Monte la columna en el horno. Use una abrazadera de sujeción si está disponible.
3. Coloque la tuerca de la columna y la férula de grafito/Vespel o grafito en cada extremo de la columna y tire de la tuerca y la férula hacia abajo a lo largo del tubo aproximadamente 15 cm (**tabla 6**).
4. Haga una marca en la columna. Con un ligero golpe parta la columna a unos 4 o 5 cm de cada extremo

5. Haga un corte limpio. Sujete la columna con el pulgar y el índice lo más cerca posible del punto marcado. Tire de la columna y dóblela con cuidado. La columna se debe partir fácilmente. Si la columna no se rompe con facilidad, no ejerza presión. Vuelva a marcar la columna en otro punto (más alejado del extremo que antes) e intente hacer un corte limpio de nuevo.
6. Use una lupa de aumento para examinar el corte. Asegúrese de que la forma del corte es cuadrada a través del tubo y de que no hay restos de poliimida o "vidrio" en el extremo del tubo.
7. Instale la columna en el inyector. Consulte en el manual del fabricante del cromatógrafo de gases la distancia de inserción correcta para el tipo de inyector que se va a usar. Coloque la tuerca de la columna y la férula a la distancia adecuada y, a continuación, marque la distancia correcta en la columna con el líquido corrector justo detrás de la tuerca de la columna. Espere hasta que se seque el líquido. Introduzca la columna en el inyector. Apriete la tuerca de la columna manualmente hasta que empiece a sujetar la columna y, a continuación, apriete la tuerca entre un cuarto y medio giro más hasta que la columna no se mueva del punto de acoplamiento al ejercer una ligera presión. Para comprobar si se mantiene la distancia de inserción correcta de la columna, observe la marca realizada con el líquido corrector.
8. Active el gas portador y establezca la velocidad de flujo correcta. Establezca la presión de la cabeza, el flujo de split y el flujo de purga del séptum en los niveles correspondientes. Consulte las presiones nominales de la cabeza en la **tabla 7**. Si la fusión se realiza en un inyector split/splitless, compruebe si la válvula de purga (split) está "activada" (abierta).
9. Confirme el flujo de gas portador a través de la columna. Sumerja el extremo de la columna en un vial de disolvente y compruebe si hay burbujas.
10. Instale la columna en el detector. Consulte la distancia de inserción adecuada en el manual del fabricante del instrumento.
11. Compruebe si hay fugas. Esto es muy importante. No caliente la columna sin haber comprobado detenidamente si hay fugas.
12. Establezca los valores de temperatura adecuados para el inyector y el detector.
13. Establezca los flujos de gas auxiliar y del detector. Encienda el detector.
14. Purgue la columna durante un mínimo de 10 minutos a temperatura ambiente. Aumente el tiempo de purga según corresponda tras el mantenimiento del inyector o las trampas.
15. Inyecte la sustancia no retenida para comprobar la instalación correcta del inyector. Ejemplos: butano o metano (detector de ionización de llama), vapores del espacio de cabeza derivados del acetonitrilo (detector de nitrógeno fosforoso), vapores del espacio de cabeza derivados del cloruro de metileno (detector de captura de electrones), aire (detector de conductividad térmica) y argón (espectrómetro de masas). La instalación correcta se indica mediante un pico no retenido simétrico. Si se observan colas, vuelva a instalar la columna en el inyector.



### Sugerencias y herramientas

Para calcular de forma exacta la presión y las velocidades de flujo para una columna capilar para cromatografía de gases, descargue gratuitamente el software GC Pressure/Flow Calculator en [www.agilent.com/chem/gccalc](http://www.agilent.com/chem/gccalc).

## Acondicionamiento y pruebas de la columna

1. Mantenga la temperatura del horno a 20 °C sobre la temperatura máxima para el análisis o a la temperatura máxima de la columna (el valor inferior) durante 2 horas. Si después de 10 minutos a esta temperatura alta, el ruido de fondo no empieza a disminuir, enfríe la columna de inmediato y compruebe si hay fugas.
2. Si usa férulas Vespel o de grafito/Vespel, vuelva a comprobar el apriete de la tuerca de la columna tras el proceso de acondicionamiento.
3. Para confirmar la velocidad lineal media final correspondiente, vuelva a inyectar la sustancia no retenida.

**Tabla 7:**  
Presiones en cabeza de columna aproximadas (psig)

Longitud de columna (m)	D.I. Columna (mm)					
	0,18	0,2	0,25	0,32	0,45	0,53
10	5-10					
12		10-15				
15			8-12	5-10		1-2
20	10-20					
25		20-30				
30			15-25	10-20	3-5	2-4
40	20-40					
50		40-60				
60			30-45	20-30	6-10	4-8
75					8-14	5-10
105						7-15

## Causas de la reducción del rendimiento de la columna

### Rotura de la columna

Las columnas de sílice fundida se rompen siempre que hay un punto débil en el recubrimiento de poliamida. El recubrimiento de poliamida protege el tubo de sílice fundida, que es frágil y flexible. El calentamiento y el enfriamiento continuos del horno, las vibraciones provocadas por el ventilador del horno y el bobinado en un soporte circular provocan tensión en los tubos. Se pueden producir roturas en los puntos débiles. Los puntos débiles se forman en las zonas en las que el recubrimiento de poliamida está arañado o desgastado por el rozamiento. Esto suele ocurrir si determinados objetos con puntas o bordes afilados entran en contacto con los tubos. Los colgadores y las etiquetas de las columnas, los bordes de metal del horno para cromatografía de gases, los cortadores de columnas y otros objetos de la mesa de trabajo de laboratorio son algunos ejemplos de material con bordes o puntas afilados.

No es frecuente que una columna se rompa de forma espontánea. Durante el proceso de fabricación de las columnas, se suelen detectar los tubos con puntos débiles, los cuales se retiran de las columnas acabadas. Es más probable que se produzcan roturas en las columnas con un diámetro mayor. Esto implica que se deben tomar más medidas de precaución y prevención contra las roturas en el caso de los tubos con un diámetro interno de 0,45 a 0,53 mm en comparación con los tubos con un diámetro interno de 0,18 a 0,32 mm.

La rotura de una columna no siempre es grave. Si una columna rota se mantiene a una temperatura alta de forma continua o durante varios ciclos de programas de temperatura, es muy probable que se produzcan daños en la columna. La mitad posterior de la columna rota está expuesta al oxígeno a temperaturas elevadas, lo que provoca rápidamente daños en la fase estacionaria. La mitad frontal no sufre daños debido a que el gas portador fluye por este tramo de la columna. Si una columna rota no se calienta o solamente se expone a las altas temperaturas o al oxígeno durante un período de tiempo muy breve, es probable que la mitad posterior no sufra daños considerables.

Se puede instalar una unión para reparar una columna rota. Se puede usar cualquier unión adecuada para volver a unirla. Si las uniones no se colocan correctamente, se pueden producir problemas de volumen muerto (colas de los picos).





## Daños térmicos

Si se supera el límite de temperatura superior de una columna, se acelera la degradación de la fase estacionaria y la superficie de los tubos. Esto tiene como resultado un inicio prematuro del sangrado excesivo de la columna, la formación de colas en los picos para los compuestos activos y una reducción de la eficiencia (resolución). Afortunadamente, la aparición de daños térmicos es un proceso lento y se requiere un período de tiempo prolongado de funcionamiento por encima del límite de temperatura para que se produzcan daños considerables. La aparición de daños térmicos se acelera si hay oxígeno. El sobrecalentamiento de una columna con fugas o con niveles altos de oxígeno en el gas portador provoca rápidamente daños permanentes en la columna.

El ajuste de la temperatura máxima del horno del cromatógrafo de gases en un valor igual o superior en unos cuantos grados al límite de temperatura de la columna es el mejor método para evitar que se produzcan daños térmicos. De este modo, se evita el sobrecalentamiento accidental de la columna. Aunque una columna presente daños térmicos, puede seguir funcionando. Retire la columna del detector. Caliente la columna durante un período de 8 a 16 horas con el límite de temperatura isotérmico. Corte de 10 a 15 cm del extremo del detector de la columna. Vuelva a colocar la columna y realice el acondicionamiento del modo habitual. La columna no suele recuperar el nivel de rendimiento original, pero puede seguir funcionando. La vida útil de la columna se reduce si se producen daños térmicos.



Agilent ofrece una herramienta en forma de lápiz con un práctico diseño y un deflector cerámico para facilitar los cortes limpios de las columnas capilares de sílice fundida, vidrio y con revestimiento de aluminio.

## Daños por oxígeno

El oxígeno afecta negativamente a la mayoría de las columnas capilares para cromatografía de gases. Aunque no se producen daños en la columna a temperatura ambiente o con valores próximos a la temperatura ambiente, se producen daños graves cuando aumenta la temperatura de la columna. En general, el nivel de temperatura y concentración de oxígeno con el que se producen daños significativos es inferior en el caso de las fases estacionarias polares. El problema es la exposición constante al oxígeno. La exposición momentánea, como una inyección de aire o la retirada rápida de la tuerca del séptum, no constituye ningún problema.

Una fuga en el paso de flujo de gas portador (por ejemplo, en las líneas de gas, las conexiones o el inyector) es la causa más común de la exposición al oxígeno. A medida que se calienta la columna, se produce una degradación muy rápida de la fase estacionaria. Esto tiene como resultado un inicio prematuro del sangrado excesivo de la columna, la formación de colas en los picos para los compuestos activos y una reducción de la eficiencia (resolución). Son los mismos síntomas que en el caso de los daños térmicos. Lamentablemente, cuando se detectan daños provocados por la exposición al oxígeno, ya se han producido daños considerables en la columna. En los casos menos graves, la columna puede seguir funcionando, pero con un nivel de rendimiento reducido. En los casos más graves, la columna presenta daños irreversibles.



Evitar la presencia de oxígeno y fugas en el sistema es el mejor método de prevención frente a los daños provocados por el oxígeno. El mantenimiento correcto del sistema de cromatografía de gases incluye comprobaciones periódicas para la detección de fugas en las líneas y los reguladores de gases, el cambio periódico de los septa, el uso de gases portadores de alta calidad, la instalación y el cambio de las trampas de oxígeno y el cambio de los cilindros de gas antes de que se vacíen por completo.

### Daños químicos

No son muchos los compuestos que pueden provocar daños en las fases estacionarias. La introducción de compuestos no volátiles (por ejemplo, sales) en una columna suele reducir el rendimiento, pero no provoca daños en la fase estacionaria. Estos residuos se suelen eliminar y el nivel de rendimiento se restablece mediante el lavado con disolvente de la columna.

Las bases y ácidos inorgánicos o minerales son los principales compuestos que debe evitar introducir en la columna. Por ejemplo, se deben evitar el ácido clorhídrico (HCl), sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), nítrico ( $HNO_3$ ), fosfórico ( $H_3PO_4$ ) y crómico ( $CrO_3$ ). Las bases incluyen hidróxido potásico (KOH), hidróxido sódico (NaOH) e hidróxido amónico ( $NH_4OH$ ). La mayoría de estos ácidos y bases no son muy volátiles y se acumulan en la parte frontal de la columna. Si no se eliminan, los ácidos o las bases provocan daños en la fase estacionaria. Esto tiene como resultado un inicio prematuro del sangrado excesivo de la columna, la formación de colas en los picos para los compuestos activos y una reducción de la eficiencia (resolución). Los síntomas son muy similares a los de los daños térmicos y por exposición al oxígeno. El ácido clorhídrico y el hidróxido amónico son los menos perjudiciales. Ambos tienden a seguir al agua presente en la muestra. Si el agua no se retiene o se retiene en una cantidad mínima en la columna, se reduce el tiempo de permanencia del HCl y el  $NH_4OH$  en la columna. Esto tiende a eliminar o minimizar los daños provocados por estos compuestos. Por consiguiente, si hay HCl o  $NH_4OH$  en una muestra, el uso en unas condiciones o en una columna en las que no hay retención de agua tiene como resultado que estos compuestos sean relativamente perjudiciales para la columna.

Los únicos compuestos orgánicos que se ha demostrado que provocan daños en las fases estacionarias son los ácidos perfluorados. Algunos ejemplos son el ácido trifluoroacético, el ácido pentafluoropropanoico y el ácido heptafluorobutírico. Estos ácidos deben estar presentes en concentraciones altas (por ejemplo, a partir del 1%). La mayoría de los problemas se producen con las inyecciones splitless o Megabore directas en las que se depositan grandes volúmenes de muestra en la parte frontal de la columna.





Dado que los daños químicos se suelen producir en la parte frontal de la columna, el corte de 0,5 a 1 metro de la parte frontal de la columna suele eliminar todos los problemas del sistema de cromatografía. En los casos más graves, es posible que sea necesario cortar 5 o más metros. El uso de una precolumna minimiza los daños de la columna, aunque puede ser necesario el corte frecuente de la precolumna. El ácido o la base suelen dañar la superficie de los tubos de sílice fundida desactivados, lo que provoca problemas con la forma de los picos en el caso de los compuestos activos.

## Contaminación de la columna

La contaminación de la columna es un de los problemas más comunes en el caso de las columnas capilares para cromatografía de gases. Lamentablemente, este problema presenta similitudes considerables con una amplia variedad de problemas y se suele diagnosticar de forma incorrecta. Una columna contaminada no suele presentar daños, pero puede dejar de funcionar.

Hay dos tipos de contaminantes básicos: no volátiles y semivolátiles. Los contaminantes o los residuos no volátiles no se eluyen y se acumulan en la columna. Estos residuos recubren la columna e interfieren con el reparto correcto de los solutos dentro y fuera de la fase estacionaria. Además, los residuos pueden interactuar con los solutos activos, lo que provoca problemas de adsorción en los picos (colas de los picos o reducción del tamaño de los picos). Los solutos activos son los que contienen un grupo hidroxílico (-OH) o amínico (-NH) y algunos tioles (-SH) y aldehídos. Los contaminantes o los residuos semivolátiles se acumulan en la columna, pero finalmente se eluyen. Pueden transcurrir horas o días hasta que se eliminan por completo estos residuos de la columna. Al igual que en el caso de los residuos no volátiles, estos residuos pueden provocar problemas relacionados con la forma y el tamaño de los picos además de ser normalmente la causa de muchos problemas de la línea base (por ejemplo, inestabilidad, variaciones, desviaciones o picos fantasma).

La presencia de contaminantes se puede deber a diversas causas y una de las más comunes es el uso de muestras inyectadas. Las muestras extraídas provocan problemas graves. Los líquidos y los tejidos biológicos, la tierra, los residuos, el agua subterránea y los tipos de matrices similares contienen cantidades elevadas de materiales semivolátiles y no volátiles. Incluso si los procedimientos de extracción se realizan con la máxima precaución y atención, puede haber pequeñas cantidades de estos materiales en la muestra inyectada. Es posible que sea necesario realizar varios cientos de inyecciones para que los residuos acumulados provoquen problemas. Dado que algunas técnicas de inyección (por ejemplo, en columna, splitless y Megabore directa) introducen una gran cantidad de muestra en la columna, la contaminación de la columna es más frecuente.



En ocasiones, los contaminantes proceden de materiales de las líneas y las trampas de gases, partículas de la ferrula y los septa o cualquier otro material que entre en contacto con la muestra (por ejemplo, viales, disolventes, jeringas o pipetas). Estos tipos de contaminantes suelen ser la causa de los problemas de contaminación de aparición repentina, aunque las muestras similares no hayan provocado ningún problema en los meses o años anteriores.

Minimizar la cantidad de residuos semivolátiles y no volátiles de las muestras es el mejor método para reducir los problemas de contaminación. Lamentablemente, no se suele detectar la presencia ni conocer las características de los contaminantes. Una limpieza exhaustiva de las muestras es el mejor método de protección frente a los problemas de contaminación. El uso de una precolumna suele reducir la gravedad o retrasar la aparición de los problemas provocados por la contaminación. Si se contamina una columna, lo mejor es lavar la columna con disolvente para eliminar los contaminantes.

No se recomienda mantener una columna contaminada a temperaturas altas durante períodos de tiempo prolongados (esto se suele denominar acondicionamiento térmico de la columna). El acondicionamiento térmico de la columna puede convertir algunos de los residuos contaminantes en materiales insolubles que no se pueden eliminar de la columna con disolvente. En este caso, la columna suele quedar inutilizada. En ocasiones, la columna se puede cortar por la mitad y la mitad posterior se puede seguir usando. El acondicionamiento térmico de la columna se debe limitar a 1-2 horas al límite de temperatura isotérmico.





Kit de lavado de columnas, 430-3000

## Lavado de las columnas con disolvente

El lavado de la columna con disolvente consiste en retirar la columna del cromatógrafo de gases e introducir varios mililitros de disolvente en la columna. Con el lavado, se eliminan los residuos solubles. La inyección de grandes volúmenes de disolvente mientras la columna está instalada no permite el lavado y, en caso de que este se realice, los contaminantes no se eliminan de la columna. Una columna capilar para cromatografía de gases debe tener una fase estacionaria ligada y entrecruzada para poderla lavar con disolvente. El lavado con disolvente de una fase estacionaria no ligada puede provocar daños graves en la columna.

Se usa un kit de lavado de columnas para introducir el disolvente en la columna (vea la imagen). El kit de lavado se acopla a una fuente de gas presurizado ( $N_2$  o He) y la columna se introduce en el kit de lavado. Se añade el disolvente al vial, el cual se presuriza mediante la fuente de gas. La presión hace que el disolvente fluya por la columna. Los residuos se disuelven en el disolvente y el retroflujo los expulsa de la columna con el disolvente. A continuación, se purga el disolvente de la columna y esta se acondiciona térmicamente.

Antes de lavar una columna, corte aproximadamente 0,5 metros de la parte frontal (por ejemplo, del extremo del inyector) de la columna. Introduzca el extremo del detector de la columna en el kit de lavado. Se suelen usar varios disolventes para lavar las columnas. Cada disolvente se debe mezclar con el anterior. Se debe evitar el uso de disolventes con un punto de ebullición alto, sobre todo en la fase final. El uso de un disolvente o disolventes de la matriz de muestra suele ser una buena opción.



La herramienta de laboratorio multiuso GC Buddy de Agilent tiene todo cuanto necesita (número de referencia 5182-9765).

Se recomienda el uso de metanol, cloruro de metileno y hexano, ya que funcionan bien en la mayoría de los casos. La acetona se puede sustituir por cloruro de metileno para evitar el uso de disolventes halogenados (el cloruro de metileno es uno de los mejores disolventes para el lavado). Si se han inyectado muestras con una base acuosa (por ejemplo, líquidos y tejidos biológicos), use agua antes del metanol. Algunos residuos procedentes de muestras con una base acuosa solamente son solubles en agua y no en disolventes orgánicos. Como último recurso, es posible usar agua y alcoholes (por ejemplo, metanol, etanol e isopropanol) para lavar las fases estacionarias ligadas con una base de polietilenglicol (por ejemplo, DB-WAX, DB-WAXetr, DB-FFAP y HP-Innowax).

En la **tabla 8** se indican los volúmenes de disolvente recomendados para varias columnas con distintos diámetros. El uso de volúmenes de disolvente superiores no es perjudicial, pero no suele ofrecer mejores resultados y no es económico. Después de añadir el primer disolvente, presurice el kit de lavado y mantenga un valor inferior a 20 psi. Use la presión máxima para mantener la velocidad de flujo del disolvente por debajo de 1 ml/min. Excepto para la mayoría de las columnas con un diámetro interno de 0,53 mm, la presión del kit de lavado equivale a 20 psi antes de que la velocidad de flujo alcance el valor de 1 ml/min. Se requieren tiempos de lavado más prolongados si se usan disolventes densos o viscosos y para las columnas con diámetros superiores o inferiores. Una vez introducido en la columna todo o la mayor parte del primer disolvente, añada el siguiente disolvente. No es necesario eliminar el disolvente anterior de la columna para poder empezar a introducir el siguiente disolvente.

Una vez eliminado el último disolvente de la columna, deje que fluya el gas presurizado por la columna durante un período de 5 a 10 minutos. Instale la columna en el inyector y active el gas portador. Deje que el gas portador fluya por la columna durante un período de 5 a 10 minutos. Acople la columna al detector (o déjela sin acoplar si lo prefiere). Mediante un programa de temperatura a partir de 40-50 °C, caliente la columna a 2-3 °C/min hasta alcanzar el límite de temperatura superior. Mantenga esta temperatura durante un período de 1 a 4 horas hasta que la columna esté totalmente acondicionada.

### Almacenamiento de las columnas

Las columnas capilares se deben almacenar en su caja original al retirarlas del cromatógrafo de gases. Coloque un séptum para cromatografía de gases sobre los extremos para evitar que se introduzcan residuos en los tubos. Al volver a instalar la columna, se deben cortar los extremos de la columna de 2 a 4 cm para garantizar que una pequeña parte del séptum no interfiera con la columna.

En caso de dejar una columna en un cromatógrafo de gases calentado, siempre debe haber flujo de gas portador. El flujo de gas portador se puede desactivar solamente si el horno, el inyector, el detector y las líneas de transferencia están desactivados (por ejemplo, no calentados). Si no hay flujo de gas portador, se pueden producir daños en la parte calentada de la columna.

**Tabla 8:**  
**Volúmenes de disolvente para el lavado de la columnas**

Diámetro interno de columna (mm)	Volumen de disolvente (ml)
0,18-0,2	3-4
0,25	4-5
0,32	6-7
0,45	7-8
0,53	10-12

El uso de volúmenes superiores no provoca daños en la columna.



## Evaluación del problema

El primer paso para emitir un diagnóstico es ver el problema globalmente y evaluar la situación. Resolver el problema con prisas a menudo supone pasar por alto o entender mal información importante. Además de tener en cuenta el problema, busque cualquier cambio o diferencia en el cromatograma. Muchos problemas van acompañados de varios síntomas. Cambios de tiempos de retención, alteración del ruido o deriva de la línea de base, cambios en la forma de los picos, son a menudo algunas de las claves que pueden ayudar a aclarar o a disminuir la lista de causas posibles. Finalmente, tome nota de cualquier cambio o diferencia que afecte a la muestra. Disolventes, viales, pipetas, condiciones de almacenaje, caducidad de la muestra, técnicas de extracción y preparación o cualquier otro factor que influya en el entorno de la muestra, puede ser el responsable.

## Comprobación de lo evidente

Un sorprendente número de problemas implica componentes simples, y a menudo pasados por alto, del sistema o del análisis de GC. Muchos de estos elementos son obvios en el funcionamiento diario de GC y frecuentemente se dan por garantizados ("póngalo y olvídense de él"). Las áreas o elementos que hay que revisar son:

- Gases: presiones, velocidad lineal media del gas portador y velocidades de flujo (detector, salida de "split", purga del séptum).
- Temperaturas: columna, inyector, detector y líneas de transferencia.
- Parámetros del sistema: tiempos de activación de purga, rango y atenuación del detector, rangos de masa, etc.
- Líneas de gas y trampas: limpieza, fugas y caducidad.
- Consumibles del inyector: septa, liners, arandelas y férulas.
- Integridad de la muestra: concentración, degradación, disolvente y almacenaje.
- Jeringas: técnica de manejo, fugas, deformación y limpieza de la aguja.
- Sistema de datos: parámetros y conexiones.



### Sugerencias y herramientas

Como parte del compromiso continuo de Agilent con el cliente, hemos creado una serie de videos para la solución de problemas de cromatografía de gases en los que participan Daron Decker, especialista en aplicación de cromatografía de gases, y Herb Brooks, ingeniero del servicio de soporte técnico de Agilent. Para ver los videos, visite [www.agilent.com/chem/gctroubleshooting](http://www.agilent.com/chem/gctroubleshooting).

## Los problemas más comunes

### Picos fantasma o remanentes

La contaminación del sistema es responsable de la mayoría de los picos fantasma o efectos memoria (remanentes). Si los picos fantasma adicionales son similares en anchura a los picos de la muestra (con tiempos similares de retención), los contaminantes han sido introducidos muy probablemente en la columna al mismo tiempo que la muestra. Los compuestos adicionales pueden estar presentes en el inyector (es decir, contaminación) o en la misma muestra. Las impurezas en los disolventes, jeringas, viales y tapones son únicamente algunas de las fuentes posibles. Inyectar blancos de muestra o de disolvente puede ayudar a encontrar la fuente de contaminación. Si los picos fantasma son mucho más anchos que los de la muestra, los contaminantes ya estaban con mucha probabilidad en la columna cuando se hizo la inyección. Estos compuestos estaban todavía en la columna cuando se terminó un análisis de GC anterior. Además, se eluden durante un análisis posterior y, a menudo, son muy anchos. Algunas veces se solapan numerosos picos fantasma de múltiples inyecciones y se eluden como protuberancias o como manchas. Esto da lugar frecuentemente a desplazamientos o derivas de la línea de base.

Aumentar la temperatura final o alargar el programa de temperatura es una manera de minimizar o eliminar los picos fantasma. Otra alternativa es hacer un calentamiento corto después de cada análisis o serie de análisis, que puede eliminar los compuestos altamente retenidos de la columna antes de que sean un problema.

### Prueba de condensación

Use esta prueba siempre que sospeche que hay problemas de contaminación del inyector o del gas portador (por ejemplo, picos fantasma o líneas de base inestables).

1. Dejar el GC a 40-50°C durante 8 o más horas.
2. Realice un blanco (es decir, empiece el programa de GC pero sin inyectar) en las condiciones de temperatura y con los parámetros normales del instrumento.
3. Tome el cromatograma de este blanco.
4. Repita inmediatamente el blanco tan pronto como haya acabado el primero. No deje pasar más de 5 minutos antes de empezar el segundo blanco.
5. Tome el cromatograma del segundo blanco y compárelo con el del primero.
6. Si el segundo cromatograma tiene un número de picos notablemente mayor y más inestabilidad en la línea de base, la línea de entrada del gas portador o el gas portador están contaminados.
7. Si el segundo cromatograma contiene menos picos o muy poca deriva de la línea de base, el gas portador y la línea de entrada del gas están relativamente limpios.





## Guías de solución de problemas

### **Ruido de línea base excesivo**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución</b>	<b>Comentarios</b>
Contaminación del inyector	Limpie el inyector. Cambie el liner y el sello de oro.	Realice una prueba de condensación. Además, es posible que sea necesario limpiar las líneas de gas.
Contaminación de la columna	Acondicione térmicamente la columna. Lave la columna con disolvente.	Limite el acondicionamiento térmico a 1-2 horas. Solamente para fases ligadas y entrecruzadas. Compruebe si el inyector está contaminado.
Contaminación del detector	Limpie el detector.	El ruido suele aumentar de forma progresiva y no repentinamente.
Gases contaminados o de baja calidad	Use gases de mayor calidad. Compruebe además la caducidad de las trampas de gases y si hay fugas.	Este problema se suele producir después de cambiar un cilindro de gas.
Inserción de la columna en una posición demasiado alejada en el detector	Vuelva a instalar la columna.	Consulte la distancia de inserción adecuada en el manual del cromatógrafo de gases.
Velocidades de flujo de gas del detector incorrectas	Ajuste las velocidades de flujo según los valores recomendados.	Consulte las velocidades de flujo adecuadas en el manual del cromatógrafo de gases.
Fugas durante el uso de un espectrómetro de masas, un detector de captura de electrones o un detector de conductividad térmica	Busque y elimine la fuga.	Se suelen producir en las conexiones de la columna o el inyector.
Filamento del detector, lámpara o multiplicador de electrones deteriorados por el uso	Cambie el componente correspondiente.	
Deterioro del séptum	Cambie el séptum.	En el caso de las aplicaciones que funcionan a temperaturas altas, use un séptum adecuado.

### **Inestabilidad o alteraciones de la línea base**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución</b>	<b>Comentarios</b>
Contaminación del inyector	Limpie el inyector.	Realice una prueba de condensación. Además, es posible que sea necesario limpiar las líneas de gas.
Contaminación de la columna	Acondicione térmicamente la columna.	Limite el acondicionamiento térmico a 1-2 horas.
Detector no equilibrado	Espere hasta que el detector se estabilice.	Algunos detectores pueden tardar hasta 24 horas en estabilizarse por completo.
Acondicionamiento incompleto de la columna	Acondicione la columna por completo.	El problema es más grave en el caso de los análisis del nivel de trazas.
Cambio en la velocidad de flujo del gas portador durante el programa de temperatura	Es normal en muchos casos.	El espectrómetro de masas, el detector de captura de electrones y el detector de conductividad térmica responden a los cambios en la velocidad de flujo del gas portador.

### **Picos con colas**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución</b>	<b>Comentarios</b>
Contaminación de la columna	Corte la columna. Lave la columna con disolvente.	Corte de 0,5 a 1 metro de la parte frontal de la columna. Solamente para fases ligadas y entrecruzadas. Compruebe si el inyector está contaminado.
Actividad de la columna	Irreversible. Cambie la columna.	Solamente afecta a los compuestos activos.
Desajuste en la polaridad de la fase de disolvente	Cambie el disolvente de la muestra por un disolvente único. Use una precolumna.	Aumentan las colas de los picos de elución iniciales o los más próximos al frente del disolvente. Una precolumna de 3 a 5 metros es suficiente.
Efecto del disolvente inadecuado en las inyecciones splitless o en columna	Reduzca la temperatura inicial de la columna.	Las colas de los picos se reducen con la retención.
Relación de split demasiado baja	Aumente la relación de split.	El flujo de purga de split debe ser de 20 ml/min o superior.
Instalación incorrecta de la columna	Vuelva a instalar la columna.	Aumentan las colas de los picos de elución iniciales.
Presencia constante de colas en algunos compuestos activos	Ninguna.	Es más frecuente en el caso de las aminas y los ácidos carboxílicos.



## Picos de split

Causa posible	Solución	Comentarios
Técnica de inyección	Cambie de técnica.	El problema suele estar relacionado con una presión irregular del émbolo o con la presencia de muestra en la aguja de la jeringa. Use un inyector automático.
Disolvente de la muestra mezclado	Cambie el disolvente de la muestra por un disolvente único.	El problema es mayor en el caso de los disolventes con diferencias considerables en la polaridad o los puntos de ebullición.
Instalación incorrecta de la columna	Vuelva a instalar la columna.	Se suele producir un error considerable en la distancia de inserción.
Degradación de la muestra en el inyector	Reduzca la temperatura del inyector. Cambie a una inyección en columna.	Se pueden producir colas o un ensanchamiento de los picos si la temperatura es demasiado baja. Se debe usar un inyector en columna.
Enfoque de muestra deficiente	Use una precolumna.	En la inyección splitless y en columna.

## Cambio del tiempo de retención

Causa posible	Solución	Comentarios
Cambio en la velocidad del gas portador	Compruebe la velocidad del gas portador.	Todos los picos cambian en la misma dirección y aproximadamente en la misma medida.
Cambio en la temperatura de la columna	Compruebe la temperatura de la columna.	No todos los picos cambian en la misma medida.
Cambio en las dimensiones de la columna	Compruebe las características de la columna.	
Cambio considerable en la concentración de los compuestos	Pruebe con otra concentración de muestra.	Puede afectar también a los picos adyacentes. La sobrecarga de muestra se corrige mediante el aumento de la relación de split o la dilución de la muestra.
Fuga en el inyector	Compruebe si hay fugas en el inyector.	Suele cambiar también el tamaño de los picos.
Bloqueo en la línea de gas	Limpe o cambie la línea bloqueada.	Este problema es más frecuente en las líneas de split. Compruebe también los controladores de flujo y los solenoides.
Fuga del séptum	Cambie el séptum.	Compruebe la espiga de la aguja.
Incompatibilidad del disolvente de la muestra	Cambie el disolvente de la muestra por un disolvente único. Use una precolumna.	En la inyección splitless.





### **Cambio en el tamaño de los picos**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución</b>	<b>Comentarios</b>
Cambio en la respuesta del detector	Compruebe el flujo de gas, la temperatura y el ajuste.	Es posible que el problema no afecte a todos los picos por igual.
	Compruebe el nivel o el ruido de fondo.	Se puede deber a la contaminación del sistema y no al detector.
Cambio en la relación de split	Compruebe la relación de split.	Es posible que el problema no afecte a todos los picos por igual.
Cambio en el tiempo de activación de la purga	Compruebe la línea de activación de purga.	En la inyección splitless.
Cambio en el volumen de inyección	Compruebe la técnica de inyección.	Los volúmenes de inyección no son lineales.
Cambio en la concentración de la muestra	Compruebe y confirme la concentración de la muestra.	Los cambios también se pueden deber a la degradación, la evaporación o las variaciones en la temperatura o el nivel de pH de la muestra.
Fuga en la jeringa	Use otra jeringa.	Las fugas de muestra se producen en el émbolo o alrededor de la aguja y no suelen ser visibles.
Contaminación de la columna	Corte la columna.	Corte de 0,5 a 1 metro de la parte frontal de la columna.
	Lave la columna con disolvente.	Solamente para fases ligadas y entrecruzadas.
Actividad de la columna	Irreversible.	Solamente afecta a los compuestos activos.
Coelución	Cambie la temperatura de la columna o la fase estacionaria.	Reduzca la temperatura de la columna y compruebe si hay algún resalte o cola en los picos.
Cambio en la discriminación del inyector	Mantenga los mismos parámetros para el inyector.	El problema es más grave en el caso de las inyecciones split.
Retroexpansión de la muestra	Inyecte menos cantidad, use un liner de mayor tamaño o reduzca la temperatura del inyector.	La recomendación es usar menos disolvente y aumentar la velocidad de flujo.
Descomposición por contaminación del inyector	Limpie el inyector. Cambie el liner y el sello de oro.	Solamente se pueden usar liners desactivados y lana de vidrio en el inyector.

### **Pérdida de resolución**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Reducción de la separación</b>		
Temperatura de columna diferente	Compruebe la temperatura de la columna.	Se observan diferencias en otros picos.
Dimensiones de columna o fase diferentes	Compruebe las características de la columna.	Se observan diferencias en otros picos.
Coelución con otro pico	Cambie la temperatura de la columna.	Reduzca la temperatura de la columna y compruebe si hay algún resalte o cola en los picos.
<b>Aumento de la anchura de los picos</b>		
Cambio en la velocidad del gas portador	Compruebe la velocidad del gas portador.	Cambia también el tiempo de retención.
Contaminación de la columna	Corte la columna.	Corte de 0,5 a 1 metro de la parte frontal de la columna.
	Lave la columna con disolvente.	Solamente para fases ligadas y entrecruzadas.
Cambio en el inyector	Compruebe el ajuste del inyector.	Áreas típicas: relación de split, liner, temperatura y volumen de inyección.
Cambio en la concentración de la muestra	Pruebe con otra concentración de muestra.	La anchura de los picos aumenta a concentraciones superiores.
Efecto del disolvente inadecuado, enfoque deficiente	Reduzca la temperatura del horno, use un disolvente de mayor calidad, ajuste la polaridad de la fase de la muestra o use una precolumna.	En la inyección splitless.

## Principios básicos del desarrollo de métodos para cromatografía de gases

### Enfoque sistemático y estructurado para el desarrollo de métodos para cromatografía de gases

En todas las fases, desde la configuración del equipo hasta el ajuste de la temperatura y las velocidades de flujo, es fundamental usar técnicas de desarrollo de métodos eficaces para lograr un rendimiento óptimo y unos resultados fiables.

Por este motivo, hemos reunido los procedimientos de desarrollo de métodos fundamentales para ponerlos a su disposición. Por ejemplo, podrá obtener información sobre lo siguiente:

- Maximice la resolución y reduzca el tiempo de análisis mediante la determinación de la velocidad lineal media óptima para el gas portador.
- Seleccione la configuración predeterminada del inyector para varios tipos de muestra, incluidas las muestras volátiles (por ejemplo, disolventes) y las muestras con puntos de ebullición altos (por ejemplo, esteroides, triglicéridos y tensioactivos).
- Determine si un programa de temperatura o una condición de temperatura isotérmica son los más adecuados para su aplicación.
- Perfeccione las últimas técnicas de desarrollo de programas de temperatura, incluidos el ajuste de la temperatura y el tiempo de retención iniciales, el ajuste de la velocidad de rampa para aumentar la resolución de los picos de elución centrales, la determinación de la temperatura y el tiempo finales, y la confirmación de las identidades de los picos.

Si sigue las recomendaciones de esta sección, aumentará la productividad, la calidad y la rentabilidad de cada método desarrollado.





## Determinación de la velocidad lineal media óptima del gas portador

La determinación de la velocidad lineal media óptima es muy sencilla, ya que solo es necesario aplicar un método empírico. El hidrógeno ofrece la mayor resolución en un tiempo mínimo. El helio ofrece una resolución similar, pero el tiempo de análisis es superior. El nitrógeno no se recomienda para las columnas capilares, ya que los tiempos de análisis son muy prolongados.

Si se usa helio como gas portador, pruebe con una velocidad lineal media inicial de 30 cm/s. Si desea una resolución mayor, reduzca la velocidad a 25 cm/s como máximo. No obstante, aumentará el tiempo de análisis. Si desea reducir el tiempo de análisis, aumente la velocidad a un valor de 35 cm/s a 40 cm/s. Tenga en cuenta la posibilidad de una pérdida de resolución a estas velocidades lineales superiores. Es posible que sea necesario realizar también un pequeño ajuste de la temperatura del horno. Las velocidades lineales medias de 30-35 cm/s se aplican en muchos análisis en los que se usa helio como gas portador.

Si se usa hidrógeno como gas portador, pruebe con una velocidad lineal media inicial de 60 cm/s. Si desea una resolución mayor, reduzca la velocidad a 50 cm/s como máximo. No obstante, aumentará el tiempo de análisis. Si desea reducir el tiempo de análisis, aumente la velocidad a un valor de 70 cm/s a 80 cm/s. Tenga en cuenta la posibilidad de una pérdida de resolución a estas velocidades superiores. Es posible que sea necesario realizar también un pequeño ajuste de la temperatura del horno. Las velocidades lineales medias de 60-70 cm/s se aplican en muchos análisis en los que se usa hidrógeno como gas portador.

Al comparar los cromatogramas a distintas velocidades lineales medias, las diferencias en la retención y la resolución son evidentes. En ocasiones, usar velocidades lineales medias diferentes es la mejor opción para los distintos picos del mismo cromatograma. En estos casos, se suele seleccionar una velocidad intermedia. Excepto en el caso del nitrógeno, las pequeñas variaciones en la velocidad lineal media (<2 cm/s) no suelen provocar cambios significativos en la resolución. Cuando experimente con las velocidades lineales medias, pruebe con valores con una diferencia mínima de 3-4 cm/s.

## Configuración predeterminada del inyector

Una temperatura del inyector de 250 °C es suficiente para casi todas las muestras. En el caso de las muestras volátiles (por ejemplo, disolventes volátiles), se recomienda una temperatura del inyector de 150 a 200 °C. En el caso de las muestras con un punto de ebullición alto (por ejemplo, esteroides, triglicéridos o tensioactivos), se recomienda una temperatura del inyector de 275 a 300 °C. Confirme si el séptum puede soportar una temperatura alta del inyector.

### Configuración predeterminada del inyector

	Directo Megabore	Split	Splitless
Temperatura:	250 °C	250 °C	250 °C
Líner:	Vaporización instantánea directa	Tubo recto o en forma de reloj de arena	Tubo recto con restricción de fondo
Inyección:	1 µl	1 µl	1 µl
Relación de split:		1:50	
Tiempo de activación de la purga:			0,5 minutos



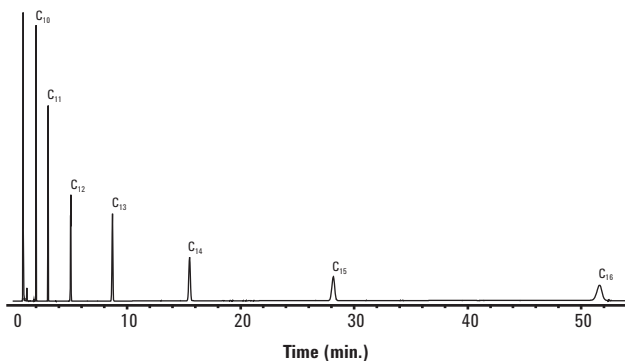
La mayoría de las muestras se pueden analizar con una amplia variedad de condiciones o parámetros del inyector. Esto tiene como resultado un conjunto de condiciones del inyector bastante uniforme y apto para la mayoría de las muestras. Dado que las condiciones predeterminadas o estándar del inyector son adecuadas para el 80-90% de las muestras, son un buen punto de partida para desarrollar un método.

## Temperatura del horno

La temperatura isotérmica implica el mantenimiento de una temperatura constante del horno durante todo el análisis de cromatografía de gases. Las condiciones de temperatura isotérmica se usan para los solutos con una retención similar. Las diferencias en la retención de distintos solutos puede ser considerable en condiciones de temperatura isotérmica. La anchura de los picos aumenta rápidamente con la retención en condiciones isotérmicas (**figura 10a**). Por estos motivos, las condiciones de temperatura isotérmica solo son aptas para un número limitado de análisis.

### Figura 10a: Condición isotérmica

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 100 °C, temperatura isotérmica





### Advertencia para el ajuste de los programas de temperatura

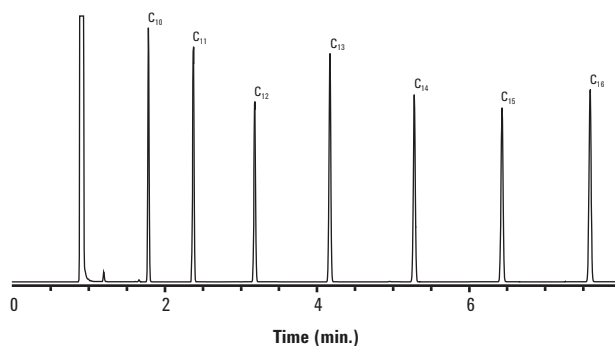
Al cambiar un programa de temperatura, la confirmación de las identidades de los picos del nuevo cromatograma es fundamental. El orden de retención de los picos puede variar si se produce un cambio en el programa de temperatura (esto se denomina inversiones de los picos). La identificación incorrecta de los picos o la pérdida aparente de un pico (coelución con otro pico) son comunes en el caso de las inversiones de picos no detectadas. Esto ocurre sobre todo con las fases estacionarias más polares.

La mayoría de los análisis requieren el uso de un programa de temperatura. Un programa de temperatura implica el calentamiento del horno a una velocidad controlada durante el análisis. Esto permite analizar más rápidamente los solutos con retenciones distintas y el ensanchamiento de los picos es mínimo si aumenta la retención (**figura 10b**). Las desventajas principales de los programas de temperatura son el aumento de la complejidad del desarrollo del método y el aumento del tiempo de enfriamiento del horno para cromatografía de gases entre análisis. No hay ningún secreto o truco para seleccionar el mejor programa de temperatura para un análisis. Normalmente, se suele aplicar un método empírico.

Si la resolución de los picos no es satisfactoria tras varios intentos con distintos programas de temperatura, es posible que sea necesario usar otro método. Dado que algunos compuestos no se pueden separar con una fase estacionaria concreta mediante un programa de temperatura razonable, es posible que sea necesario usar otra fase estacionaria. En ocasiones, el aumento de la eficiencia puede ser una solución. La optimización de la velocidad media lineal del gas portador, el aumento de la eficiencia del inyector o el uso de una dimensión de columna más eficaz pueden ofrecer la resolución deseada.

#### Figura 10b: Condición del programa de temperatura

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25  $\mu$ m  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 60 °C para 1 min, 60-180 °C a 20 °C/min



## Desarrollo de un programa de temperatura

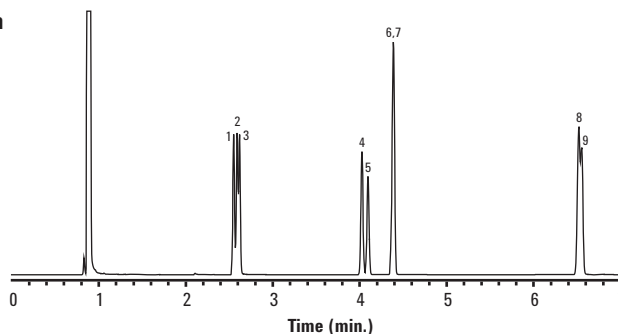
### Uso de un programa de temperatura lineal como punto de partida

Si no se dispone de información de análisis previa para usarla como referencia, el primer paso para desarrollar un programa es probar con un programa de temperatura lineal sencillo. Esto proporciona información sobre las características de retención de los solutos. Empiece por una temperatura inicial de 50 °C (o 10 °C por debajo del punto de ebullición del disolvente de la muestra), una velocidad de rampa de 10 °C/min, una temperatura final equivalente al límite de temperatura isotérmica de la columna y un tiempo de retención final de aproximadamente 30 minutos. Se usa un tiempo de retención final prolongado para garantizar la elución de todos los solutos de la columna. El programa se puede detener varios minutos después de la elución del último soluto de la columna. Esto puede ocurrir antes de alcanzar la temperatura final (**figura 11**). Una vez obtenido un cromatograma mediante el programa de temperatura lineal sencillo, los siguientes pasos son ajustar los distintos componentes del programa para obtener una resolución adecuada y un tiempo de análisis mínimo.

**Figura 11: Programa de temperatura lineal sencillo**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 50-130 °C a 10 °C/min

1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno



### Ajuste de la temperatura y el tiempo de retención iniciales

Para aumentar la resolución de los picos de elución iniciales, reduzca la temperatura inicial o aumente el tiempo de retención inicial. La reducción de la temperatura inicial suele tener como resultado una resolución máxima, pero los tiempos de análisis aumentan considerablemente (**figura 12a**). Además, el tiempo de enfriamiento entre análisis puede aumentar considerablemente sobre todo con un enfriamiento por debajo de 50 °C.

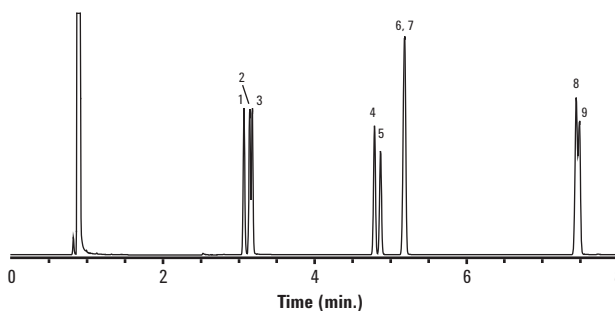
Normalmente, es imposible enfriar un horno para cromatografía de gases por debajo de 35 °C en la mayoría de los laboratorios sin usar un sistema de enfriamiento criogénico del horno. La resolución de los picos de elución posteriores no se ve afectada prácticamente por la reducción de la temperatura inicial, sobre todo en las columnas de mayor longitud. Si se obtiene una resolución excesiva con el programa de temperatura lineal original, aumente la temperatura inicial para reducir la resolución y el tiempo de análisis. La resolución de los picos de elución posteriores también se puede reducir si se aumenta la temperatura inicial.

El aumento del tiempo de retención inicial suele incrementar la resolución de los picos de elución iniciales. No obstante, este incremento es menor que el obtenido si se reduce la temperatura inicial (**figuras 12b y c**). La resolución de los picos de elución posteriores no se ve afectada prácticamente por el cambio del tiempo de retención inicial. La reducción de la temperatura inicial y el aumento del tiempo de retención inicial se pueden combinar para aumentar la resolución de los picos de elución iniciales (**figura 12d**). Los tiempos de retención se deben limitar a 5 minutos o menos si es posible. Los picos de elución al final del tiempo de retención pueden empezar a ensancharse, lo que dificulta la obtención de la resolución deseada.

**Figura 12a: Desarrollo de programas de temperatura (reducción de la temperatura inicial)**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25  $\mu\text{m}$   
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 40-130  $^{\circ}\text{C}$  a 10  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$

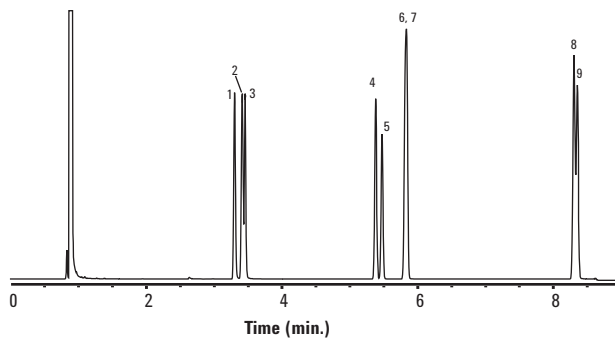
1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno



**Figura 12b: Desarrollo de programas de temperatura (aumento del tiempo de retención inicial)**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25  $\mu\text{m}$   
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 50  $^{\circ}\text{C}$  para 2 min, 50-130  $^{\circ}\text{C}$  a 10  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$

1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno

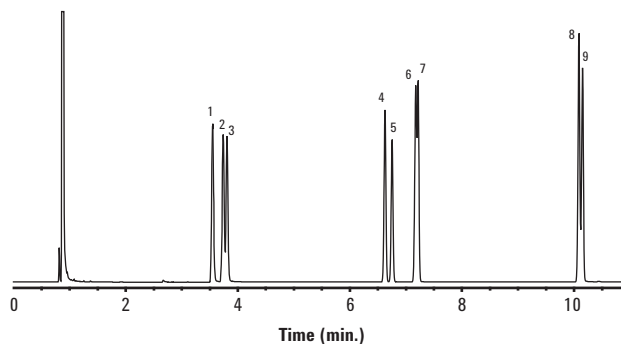




**Figura 12c: Desarrollo de programas de temperatura (aumento del tiempo de retención inicial)**

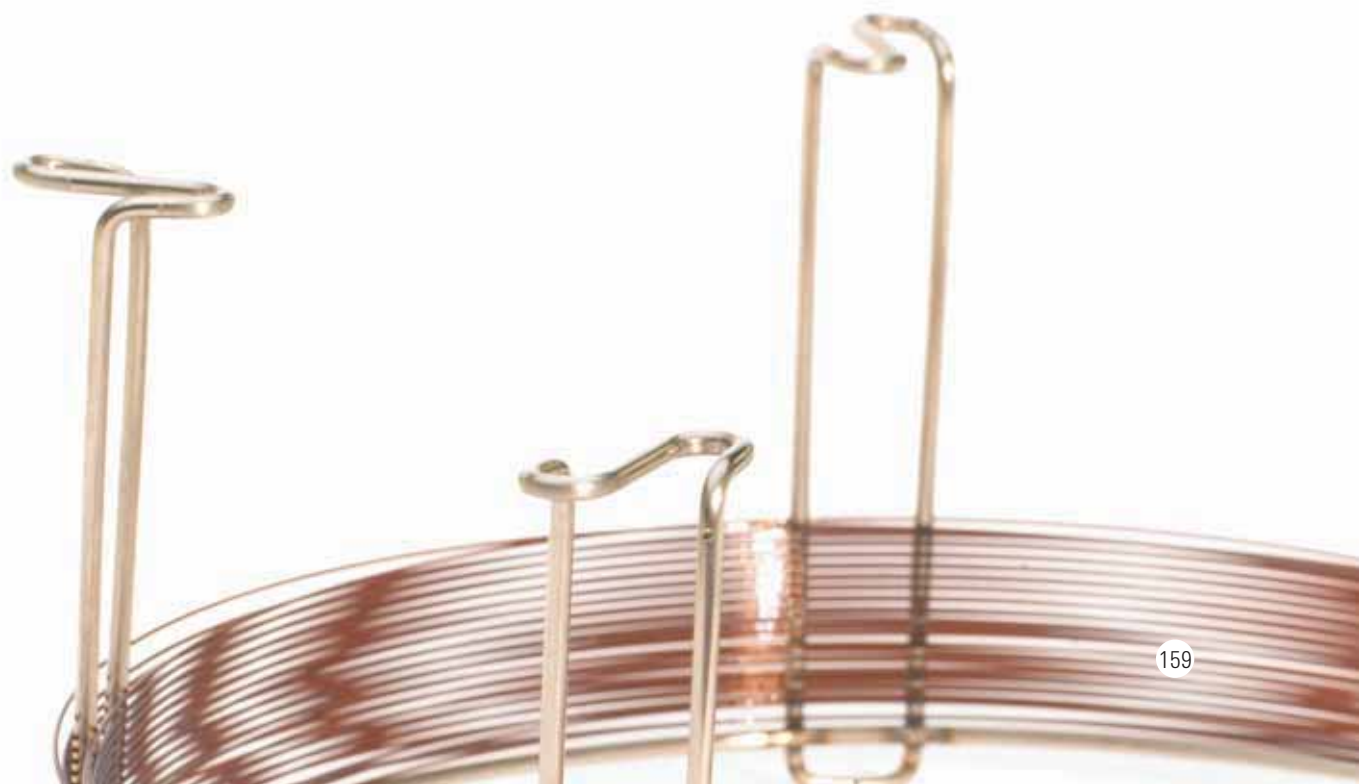
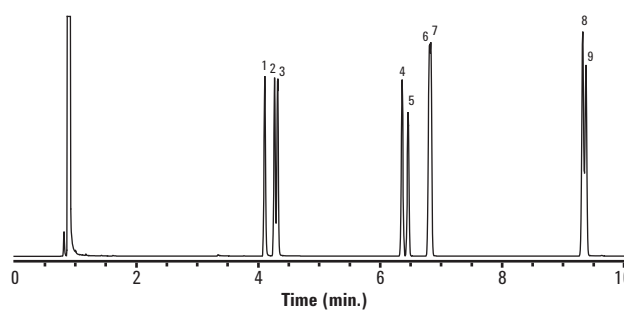
**Columna:** DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25  $\mu$ m  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 50 °C para 4 min, 50-130 °C a 10 °C/min

1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno

**Figura 12d: Desarrollo de programas de temperatura (reducción de la temperatura inicial y aumento del tiempo de retención inicial)**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25  $\mu$ m  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 40 °C para 2 min, 40-130 °C a 10 °C/min

1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno



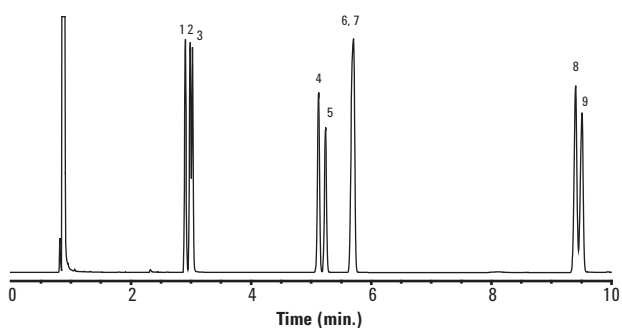
## Ajuste de la velocidad de rampa

La resolución de los picos de elución de la parte central del cromatograma puede verse afectada por un cambio en la velocidad de rampa. Si la resolución de los picos es excesiva, se puede aumentar la velocidad de rampa para reducir la resolución y el tiempo de análisis. Si la resolución es insuficiente, puede reducir la velocidad de rampa, aunque se producirá un aumento del tiempo de análisis (**figura 13a**). La resolución de los picos de elución posteriores suele ser mayor si se reduce la velocidad de rampa. Cambie la velocidad de rampa solamente unos 5 °C/min cada vez. Los variaciones mayores o menores suelen provocar cambios masivos o insignificantes respectivamente. Los cambios en las temperaturas y los tiempos iniciales se pueden combinar con los cambios en la velocidad de rampa para que surtan efecto en una región mayor del cromatograma (**figura 13b**).

**Figura 13a: Cambio de la velocidad de rampa**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 50-120 °C a 5 °C/min

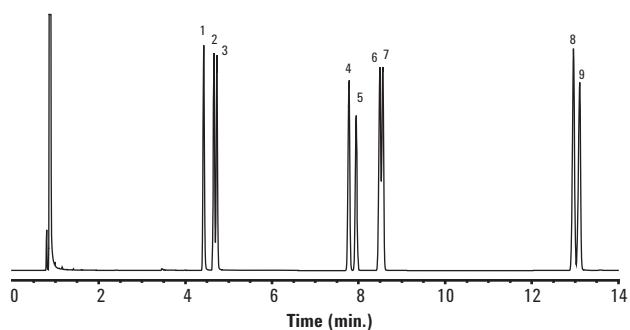
1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno



**Figura 13b: Cambio de la velocidad de rampa**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 40 °C para 2 min, 40-120 °C a 5 °C/min

1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno

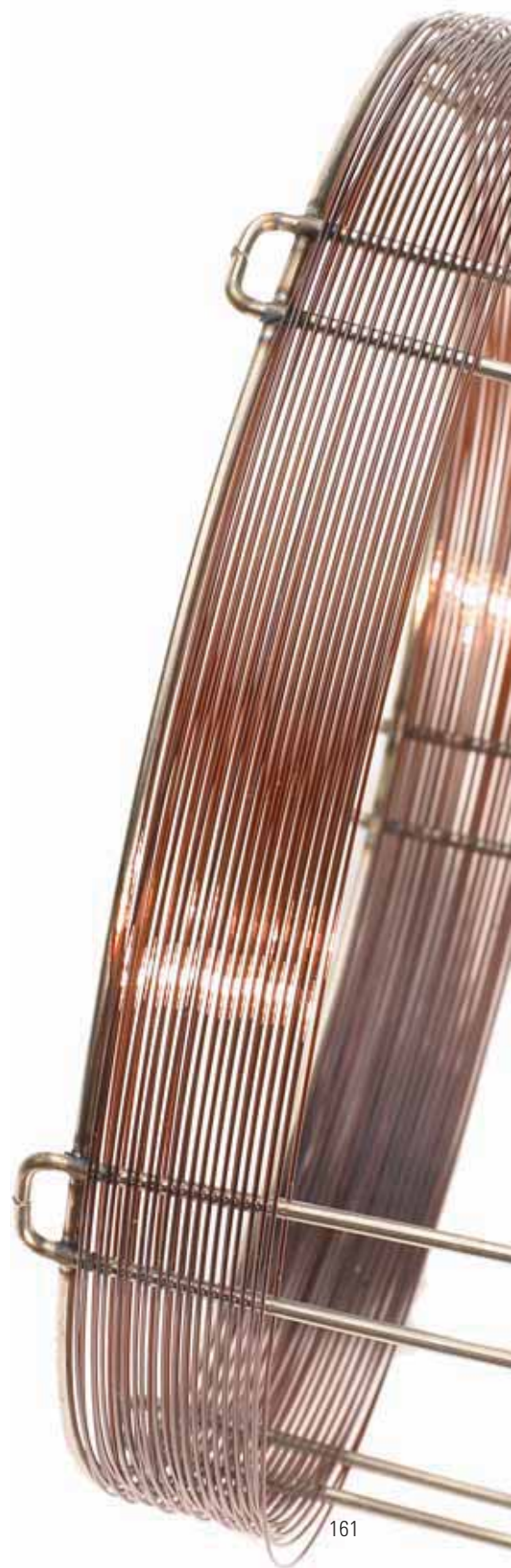
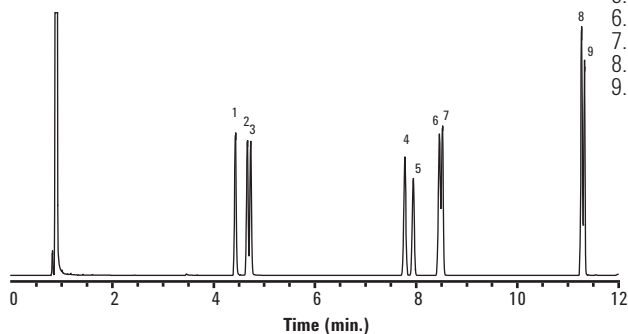


Se pueden usar varias velocidades de rampa para influir en regiones de menor tamaño del cromatograma. Por ejemplo, si un valor de 5 °C/min era adecuado para una región anterior del cromatograma y un valor de 15 °C/min era mejor para una región posterior, se pueden usar ambas velocidades de rampa en un solo programa (**figura 14**).

**Figura 14: Uso de varias velocidades de rampa**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 40 °C para 2 min, 40-70 °C a 5 °C/min, 70-130 °C a 15 °C/min

1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno

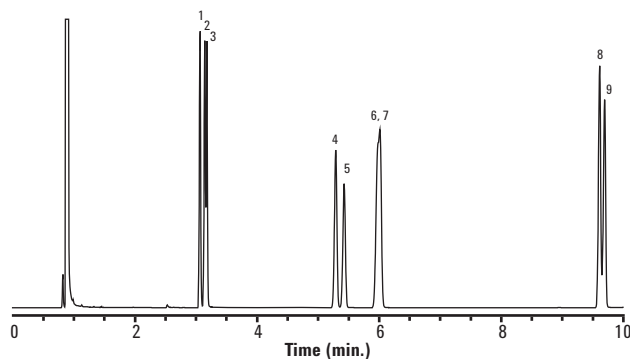


Otra opción para cambiar la resolución de los picos de la parte central del cromatograma es usar una retención de rampa media. La retención de rampa media es una fase isotérmica de varios minutos en un punto determinado durante una rampa de temperatura. Por ejemplo, el programa de temperatura de 50-100 °C a 10 °C/min, 100 °C para 3 min y 100-300 °C a 10 °C/min incluye una retención de rampa media. Para determinar la temperatura de retención adecuada, calcule el intervalo de temperatura del horno cuando se produzca la elución del primer pico de interés. Use una temperatura de retención entre 20 y 30 °C por debajo de esta temperatura. Los tiempos de retención de 2 a 5 minutos son los más eficaces. Los tiempos mayores o menores no tienen ningún efecto en la resolución de los picos. Pruebe con distintas temperaturas y tiempos de retención, ya que las pequeñas variaciones en los tiempos y las temperaturas pueden ser significativas (**figuras 15a y b**). Use una retención de rampa media solo si los cambios de otro programa de temperatura no han surtido efecto.

**Figura 15a: Uso de retenciones de rampa medias**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 40-70 °C a 10 °C/min, 70 °C para 3 min, 70-120 °C a 10 °C/min

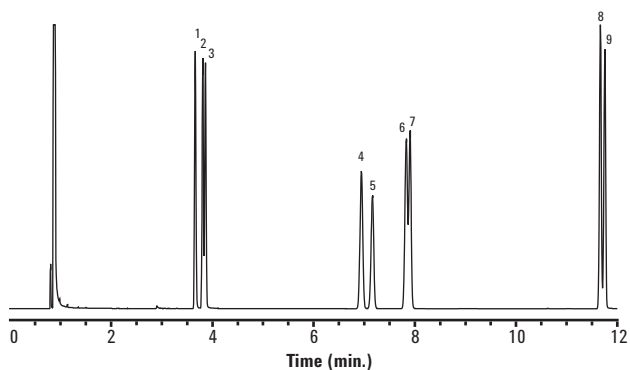
1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno



**Figura 15b: Uso de retenciones de rampa medias**

**Columna:** DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm  
**Portador:** Helio a 30 cm/s  
**Horno:** 40-60 °C a 5 °C/min, 60 °C para 3 min, 60-120 °C a 5 °C/min

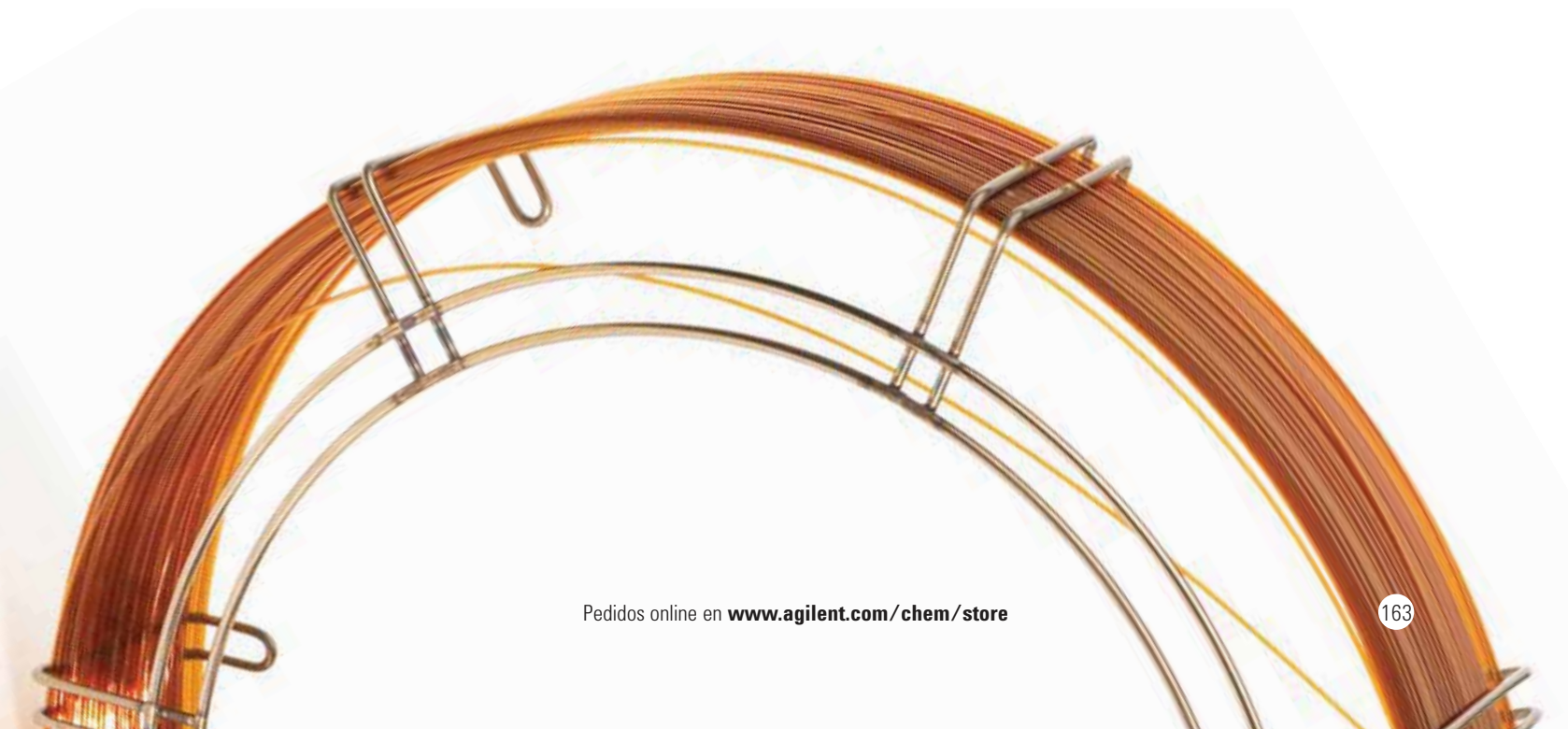
1. 3-heptanona
2. 2-heptanona
3. Ciclohexanona
4. 1,3-diclorobenceno
5. 1,4-diclorobenceno
6. 1,2-diclorobenceno
7. Yodobenceno
8. Naftaleno
9. 3-nitrobenceno



### Temperatura y tiempo finales

Detenga el programa de temperatura poco después de la elución del último pico de la columna. Si se alcanza el límite de temperatura isotérmica de la columna durante la elución de los picos, es necesario usar un tiempo de retención final. Use solamente un tiempo de retención final si se alcanza el límite de temperatura y aún se están eluyendo los compuestos. La anchura de los picos eluidos en condiciones de temperatura isotérmica aumenta considerablemente a medida que aumenta la retención de los picos. Si la columna tiene una temperatura de programa máxima superior, puede aumentar la temperatura del horno para cromatografía de gases hasta dicho límite de temperatura solo durante un período inferior a 20 minutos.

Las muestras extraídas suelen contener compuestos que se eluyen después del último soluto de interés. La temperatura y el tiempo de retención finales deben ser suficientes para garantizar la elución de estos compuestos. Se debe probar con temperaturas finales superiores o tiempos de retención más prolongados hasta que se eluyan todos los solutos de la columna para cada análisis. La columna se contaminará si parte de las muestras inyectadas previamente permanece en la columna durante las inyecciones posteriores.



## Soporte técnico trabaja para usted

¿Tiene alguna duda sobre hardware, software, aplicaciones, reparación de instrumentos o resolución de problemas? Los expertos técnicos de Agilent están dispuestos a solucionarle sus dudas. Con años de experiencia en laboratorio, nuestros especialistas de soporte técnico le ofrecen sus amplios conocimientos y experiencia.

Para preguntas relacionadas con las columnas mencionadas en este catálogo, póngase en contacto con la oficina comercial de Agilent más cercana o si usted está en EE.UU. o Canadá llame al 1-800-227-9770 (España: (+34) 901-11-6890). También puede visitar la página [www.agilent.com/chem/techsupport](http://www.agilent.com/chem/techsupport) si desea más información, sugerencias o un estudio pormenorizado. La página incluye:

- Preguntas más comunes
- Descargas y utilidades
- Vídeos de instalación y mantenimiento
- Solución interactiva de problemas
- Información de garantía
- Información de contacto de asistencia técnica



Como parte del compromiso continuo de Agilent con el cliente en el sector de la cromatografía, hemos creado una serie de videos para la solución de problemas de cromatografía de gases en los que participan Daron Decker, especialista en aplicación de cromatografía de gases, y Herb Brooks, ingeniero del servicio de soporte técnico de Agilent. Para ver los videos, visite [www.agilent.com/chem/gctroubleshooting](http://www.agilent.com/chem/gctroubleshooting).





## Seminarios Agilent online

Los últimos avances y tecnologías están siempre a un clic de distancia con los seminarios online gratuitos de Agilent

Agrupados en distintas series que cubren temas de resolución de problemas, mantenimiento, informática, conformidad y aplicaciones industriales, los seminarios online de Agilent son la forma más sencilla de obtener la última información sin los costes y las molestias de tener que desplazarse. Estos seminarios online gratuitos, con una duración de entre 60 y 90 minutos, están disponibles de manera continua:

- Seleccione el evento grabado o en directo que mejor se ajuste a su agenda
- Participe desde cualquier lugar: la oficina, su casa o un hotel
- Pregunte a expertos de Agilent y líderes del sector en sesiones de preguntas y respuestas en directo

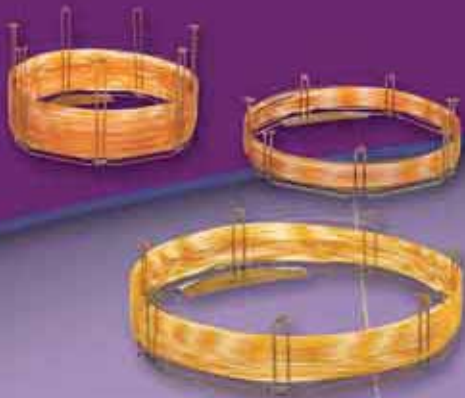
Para obtener más información y consultar un listado completo de las sesiones disponibles, visite

**[www.agilent.com/chem/eseminars](http://www.agilent.com/chem/eseminars)**

## Cómo contactar con Agilent

Para obtener la información más actualizada sobre la línea completa de columnas y consumibles de Agilent Technologies:

- Visite nuestra web: [www.agilent.com/chem](http://www.agilent.com/chem)
- Contacte con su oficina local de Agilent
- Contacte con su distribuidor autorizado



La información, descripción y especificaciones incluidas en esta publicación, pueden variar sin previo aviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2010  
Impreso en EE.UU., 3 marzo de 2010  
5990-5488ES



Agilent Technologies