

Seguridad en el laboratorio: medición de la contención de las vitrinas de gases

Safety in the laboratory: fume Cupboard containment measurement
Sécurité au laboratoire: mesure du confinement des sorbonnes

Redactores:

M. Gracia Rosell Farrás
Ingeniero Técnico Químico

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Iñaki Aldamizetxebarria Leizaola
Ingeniero Eléctrico-Electrónico

BURDINOLA S. COOP.

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se describe el procedimiento a seguir para medir el nivel de contención de una vitrina de gases según la norma UNE EN 14175.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Las vitrinas de gases de laboratorio son equipos de protección colectiva ampliamente utilizados para el control de la exposición ambiental a contaminantes químicos en el laboratorio. La idoneidad y el control de su correcto funcionamiento son la clave para garantizar una seguridad óptima y una atmósfera saludable en el lugar de trabajo. Para ello se realizará una cualificación inicial y periódicamente un control del correcto funcionamiento de las mismas.

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se describe de forma práctica el procedimiento para llevar a cabo una cualificación inicial y un control del correcto funcionamiento de las vitrinas de laboratorio mediante la medición de su nivel de contención siguiendo la norma UNE EN 14175 para vitrinas de gases. A su vez, esta evaluación del nivel de contención de la vitrina sirve como complemento al procedimiento descrito en la NTP 677 para establecer un plan de control de rutina y mantenimiento, que contempla entre otras acciones, la visualización periódica de las corrientes de aire, el control de la velocidad de aspiración y del caudal, la iluminación, la fuerza de la guillotina, el estado de los servicios, etc.

Para medir el nivel de contención se realizan dos tipos de ensayo, en el **plano interno** y en el **plano externo**. La medición de la contención en el plano interno permite conocer el potencial que tiene el contaminante de salir fuera de la vitrina, mientras que la medición de la contención en el plano externo indica el contaminante que ha salido de la vitrina. Las definiciones de plano interno y plano externo se contemplan en el apartado 3 sobre ubicación de los equipos en cada ensayo.

2. MEDICIÓN DE LA CONTENCIÓN

Los ensayos descritos en esta NTP permiten examinar cuantitativamente el nivel de contención de una vitrina

de gases individual en su entorno particular, entendiendo como nivel de contención la capacidad que tiene la vitrina de retener los contaminantes en su interior. Este ensayo se realiza inyectando un gas trazador, normalmente hexafluoruro de azufre (SF₆), dentro de la vitrina y midiendo su concentración en la zona de trabajo del operador de la vitrina.

Antes de proceder con la medición, es conveniente:

- Identificar y conocer el funcionamiento del sistema de ventilación y climatización del laboratorio.
- Comprobar la compensación de aire en el laboratorio (véase NTP 646).
- Visualizar la trayectoria del aire en la abertura de la vitrina mediante, por ejemplo, tubos de humo con el fin de detectar anomalías, como puede ser la falta o poca intensidad de extracción, la presencia de turbulencias no previstas o escapes de humo.

Una vez realizada esta comprobación cualitativa, se procederá a la medición cuantitativa del nivel de contención. Si esta medición se realiza para efectuar la primera cualificación de la vitrina tras su instalación, la vitrina deberá estar en funcionamiento en las condiciones teóricas de trabajo, es decir con la guillotina abierta a la altura habitual y con el interior de la misma vacío, mientras se realiza la misma. En el caso de realizar la medición como control a posteriori, se realizará en las condiciones habituales de trabajo, manteniendo en el interior de la vitrina solamente el material que intervenga en la operación.

Elementos y equipos necesarios para llevar a cabo el ensayo

A continuación se describen los elementos y equipos necesarios para llevar a cabo el ensayo. Pueden utilizarse otros equipos y/o gases de ensayo equivalentes siempre que se demuestre que los resultados obtenidos están dentro de un margen de error del $\pm 10\%$. Todos los equipos utilizados estarán convenientemente calibrados.

Gas trazador

Como gas trazador se utiliza hexafluoruro de azufre (SF_6). Este gas no es inflamable.

Gas de ensayo

El gas de ensayo esta compuesto por un $10 \pm 1\%$ partes en volumen de SF_6 en nitrógeno (N_2). La temperatura de almacenamiento del gas de ensayo es la temperatura del laboratorio $\pm 2^\circ\text{C}$ y la presión de salida de la botella de 3 Bar aproximadamente (ver figura 1).



Figura 1. Botella de SF_6

Regulador de flujo del gas de ensayo

El regulador de flujo del gas de ensayo debe ser capaz de regular el caudal con un error máximo permisible de $\pm 5\%$. Para el ensayo del plano interno, el caudal requerido es de 2 l/min y para el ensayo del plano externo de 4,5 l/min (ver figura 2).



Figura 2. Regulador del gas de ensayo

Inyector del gas de ensayo

El inyector del gas de ensayo consiste en un cilindro hueco de metal sinterizado, con una longitud comprendida entre 20mm y 25mm, y un diámetro de entre 10mm y 15 mm (ver figura 3). La caída de presión a lo largo del inyector será $\leq 10\%$ de su valor medio. Los inyectores se conectan a la fuente de gas de ensayo mediante tubos flexibles de la misma longitud.



Figura 3. Detalle del inyector del gas de ensayo

Sonda de muestreo

Las sondas de muestreo consisten en tubos de $10 \pm 1\text{mm}$ de diámetro interno, de longitud $\geq 100\text{mm}$ y con un espesor $\leq 2\text{mm}$. Cada sonda de muestreo captura 1 l/min durante el ensayo (ver figura 4).



Figura 4. Detalle de una sonda de muestreo

Colector de toma de muestras

El colector de toma de muestras consiste en un cilindro hueco con una relación mínima diámetro/altura de 10. Los tubos de conexión a la sonda de muestreo se distribuyen uniformemente alrededor del perímetro del cilindro, con la salida del colector en el centro (ver figura 5).



Figura 5. Detalle del colector de toma de muestras

Tubos de conexión

Las sondas de muestreo se conectan al colector mediante tubos flexibles de la misma longitud.

Bomba de muestreo

Las bombas de muestreo deben funcionar a un caudal constante de $1 \text{ l/min} \pm 5\%$ (ver figura 6).



Figura 6. Bomba de muestreo

Analizador de gas

Se trata un analizador de gas por infrarrojos con un nivel de detección $\leq 0,01\text{ppm}$ (v/v) del gas trazador y que incluye los medios necesarios para el registro de los datos (ver figura 7).



Figura 7. Detalle del analizador infrarrojo

Software para registro de los datos

Permite el registro de las señales de salida del analizador de gas con un intervalo de registro $\leq 2\text{s}$ (ver figura 8).

3. UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN CADA ENSAYO

La posición de los inyectores del gas trazador así como las sondas de muestreo se colocaran en el plano interno y externo de la vitrina, que se detallan a continuación.

Plano interno de la guillotina

Es el plano de la guillotina, excepto en aquellas vitrinas de laboratorio en las que la mesa de trabajo quede fuera del mismo, en cuyo caso consistirá en el ángulo descrito por la parte mas baja del marco de la guillotina y la parte más alta del borde de la encimera ó banda aerodinámica, si la lleva (ver figura 9).

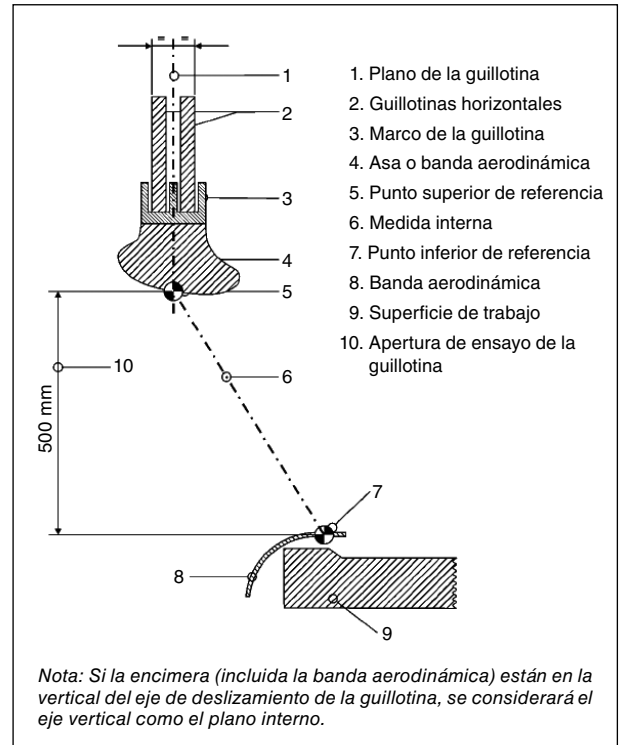


Figura 9. Detalle del plano interno de la guillotina

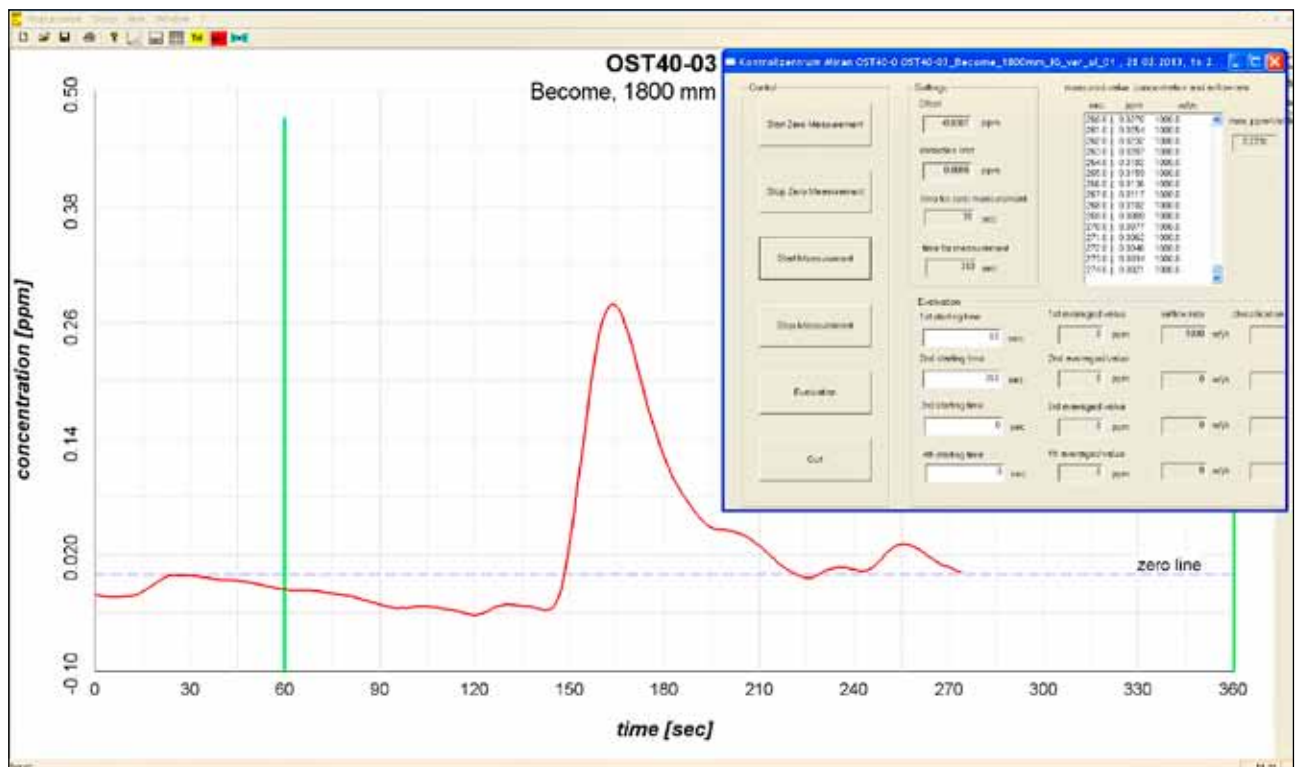


Figura 8. Detalle del registro de datos durante la medición

Plano externo de la guillotina

Es el plano situado 50mm hacia el exterior del plano interno (ver figura 10).

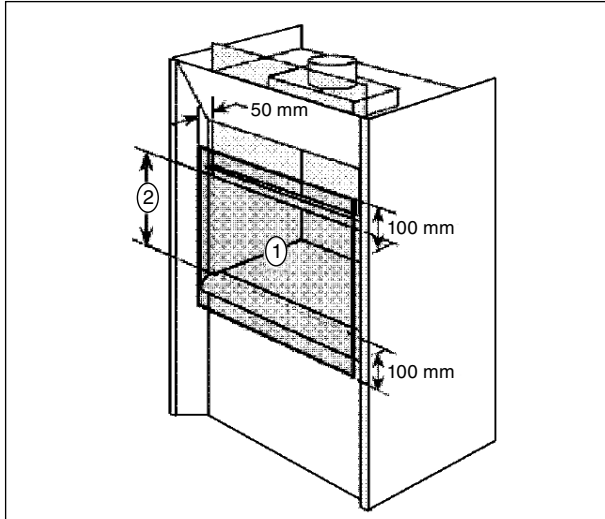


Figura 10. 1. Plano exterior de medida - 2. Apertura de ensayo de la guillotina

4. ENSAYO EN EL PLANO EXTERNO

Este ensayo está indicado tanto para la cualificación inicial como para los ensayos periódicos.

Entramado de inyectores

Se colocan 9 inyectores de gas que se posicionan en la zona de trabajo a 200 ± 5 mm del plano interno de la guillotina (ver figuras 11a y 12a)

Entramado de las sondas de muestreo

Las sondas de muestreo se posicionan en el plano externo de la guillotina en una serie de puntos descritos con detalle en la norma UNE-EN14175-3 parte 3, de tal manera que abarquen todo lo ancho y alto de la apertura y cuyo esquema se muestra en la figura 11b. En la figura 12b se muestra el aspecto del entramado de las mismas en la vitrina.

Procedimiento de ensayo del plano externo

Preparación

Una vez posicionados los inyectores de gas trazador y las sondas de muestreo, se conectan los inyectores a la botella del gas de ensayo y al regulador de flujo y se ponen en funcionamiento todos los sistemas de suministro y extracción de aire, ajustando los controles a los caudales especificados. Seguidamente deben conectarse las sondas de muestreo al sistema de recogida y análisis, junto con las bombas de aspiración, el analizador de gas y el sistema de registro y almacenamiento de datos, y esperar el tiempo suficiente hasta que se establezcan los equipos.

Antes de realizar el ensayo debe comprobarse la concentración de fondo del gas trazador en el laboratorio, que no debe superar los 0,02ppm (v/v).

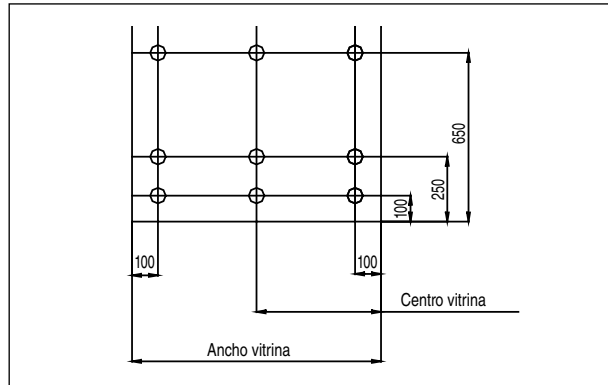


Figura 11a. Esquema de la posición de los inyectores de gas trazador dentro de la vitrina

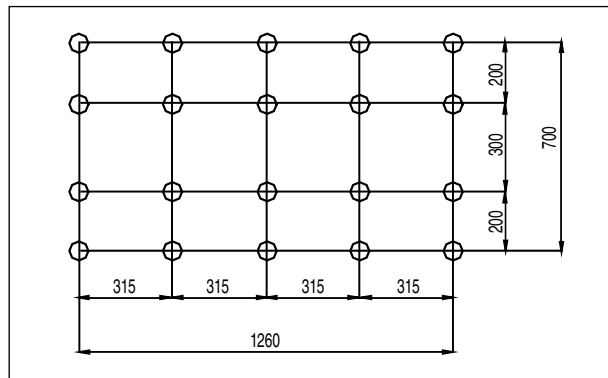


Figura 11b. Entramado de sondas de muestreo en el plano externo de la guillotina como ejemplo para una vitrina con un ancho de 1260 mm



Figura 12a. Posición de los inyectores dentro de la vitrina



Figura 12b. Entramado de sondas de muestreo en el plano externo de la guillotina

(60-360 s)	(361-420 s)	(421-600 s)	(601-780 s)
Valor promedio SF ₆ en ppm.	Valor promedio SF ₆ en ppm.	Valor promedio SF ₆ en ppm.	Valor promedio SF ₆ en ppm.

Tabla 1. Resultados y análisis de los datos del plano externo de medida

Procedimiento de ensayo

- Colocar la guillotina a la altura de la apertura de trabajo, normalmente entre 400 y 500mm.
- Abrir la llave del gas de ensayo, ajustar el caudal a 4,5 l/min y dejar estabilizar.
- Medir y registrar la concentración de gas trazador (SF₆) durante 780 s con los siguientes intervalos (ver tabla 1):
 1. El intervalo comprendido entre los 60 y 360 segundos con la guillotina abierta.
 2. El intervalo comprendido entre los 361 y 420 segundos con la guillotina cerrada.
 3. El intervalo comprendido entre los 421 y 600 segundos con la guillotina abierta.
 4. El intervalo comprendido entre los 601 y 780 segundos con la guillotina abierta.

Si el resultado está afectado por el límite de detección del equipo, es conveniente que quede indicado en el informe final.

5. ENSAYO EN EL PLANO INTERNO

Este ensayo complementa el ensayo del plano externo y está indicado tanto para la cualificación inicial de la vitrina como para aquellos casos en que se hayan modificado las condiciones del laboratorio y se quiera evaluar si la nueva situación puede afectar el correcto funcionamiento de la vitrina. En este caso los resultados obtenidos se compararan con respecto a la medición inicial.

Para ello se divide la zona de trabajo en seis partes y se mide la concentración promedio de gas trazador (SF₆) en cada una de ellas. Estas medidas ofrecen un espectro completo del funcionamiento de la vitrina en toda la zona de trabajo.

Entramado de las sondas de muestreo en el plano interno de la guillotina y posición del inyector del gas trazador

Se disponen 9 sondas de muestreo espaciadas 100mm entre si, delante de las mismas y a una distancia de 150mm se sitúa el inyector de gas trazador tal como se muestra en detalle en las figuras 13a y 13b.

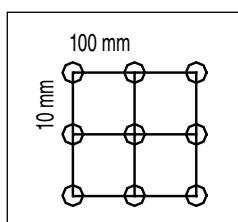


Figura 13a. Esquema del entramado de las sondas

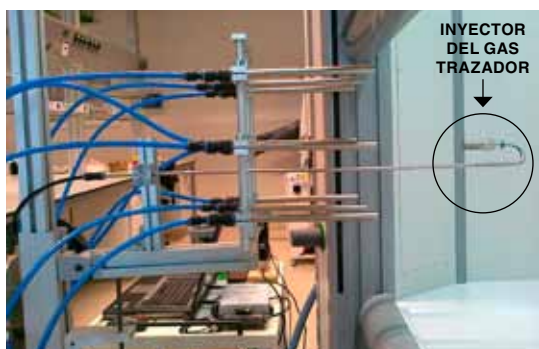


Figura 13b. Detalle de las equipo de muestreo (sondas e inyector del gas trazador) para el ensayo del plano interno

Procedimiento de ensayo del plano interno

Preparación

Inicialmente se ponen en funcionamiento todos los sistemas de suministro y extracción y se conecta la botella del gas de ensayo al regulador de flujo y al inyector o inyectores de gas y se ajustan los controles de forma que se alcancen los caudales especificados. Seguidamente se conectan las sondas de muestreo al sistema de recogida y análisis, junto con las bombas de aspiración, el analizador de gas y el sistema de registro y almacenamiento de datos, y se espera el tiempo necesario para la estabilización de los equipos. Antes de realizar el ensayo debe comprobarse que la concentración de fondo del gas trazador en el laboratorio no supere los 0,02ppm (v/v).

Procedimiento de ensayo

1. Colocar la guillotina a la altura de la apertura de trabajo, normalmente entre 400 y 500mm, dependiendo del fabricante.
2. Situar la rejilla de las sondas de muestreo en una de las posiciones de ensayo. Generalmente son 6 posiciones (3 arriba y 3 abajo para una vitrina típica de 1500mm de ancho).
3. Abrir la llave del gas de ensayo, se ajusta el caudal a 2,0 l/min y se deja estabilizar.
4. Medir y registrar la concentración de gas trazador (SF₆) durante 360s.
5. Interrumpir la inyección de gas de ensayo, analizar los datos y registrar el valor medio.
6. Repetir el ensayo, con la misma apertura de la guillotina, en las otras posiciones.
7. Los resultados en ppm se pueden incluir en una tabla para indicar el valor en cada posición (ver tabla 2).

Si el resultado está afectado por el límite de detección del equipo es conveniente que quede reflejado en el informe final.

Guillotina vertical (ancho x alto) mm

Valor promedio de SF ₆ en ppm	Valor promedio de SF ₆ en ppm	Valor promedio de SF ₆ en ppm
Valor promedio de SF ₆ en ppm	Valor promedio de SF ₆ en ppm	Valor promedio de SF ₆ en ppm

Tabla 2. Resultados obtenidos en cada posición

6. VALORES RECOMENDADOS

La norma EN 14175 no aporta un valor de referencia específico. El "Institut National de Recherche et de Sécurité" (INRS) recomienda como criterio unificado un valor igual o menor a 0,1ppm para el ensayo del plano interno. Expertos de la "BG-Chemie" (Asociación Profesional de la Industria Química alemana) recomiendan como criterio unificado un valor igual o menor a 0,65ppm para el plano externo. En la práctica estos valores deben ser complementados con una evaluación de riesgo del producto a utilizar.

BIBLIOGRAFÍA

GUARDINO, X. et al.

Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio. 2ª Edición
INSHT 2001.

UNE-EN 14175-2

Vitrina de gases, parte 2: Requisitos de seguridad y de funcionamiento.

UNE-EN 14175-3

Vitrina de gases, parte 3: Metodología de ensayos de tipo.

UNE-EN 14175-4

Vitrina de gases, parte 4: Metodología de ensayos en destino.

INRS X15-206

Seuil pour l'essai de confinement, installation et maintenance.