

## FORMACIÓN ESPECIALIZADA

# IMPORTANCIA DEL VOLUMEN DE MUESTREO EN LAS DETERMINACIONES DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE

D. José M<sup>a</sup> Rojo Aparicio

D<sup>a</sup>. Diana Torremocha García



CNVM, 21 de abril de 2023



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



# PROGRAMA

**CONTENIDO:** MEDICIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE:

## I. CONCEPTOS BÁSICOS Y EXIGENCIAS DEL RD 396/2006

D. José María Rojo Aparicio

## II. FACTORES ESENCIALES EN LA TOMA DE MUESTRA. VOLUMEN DE MUESTREO

D<sup>a</sup>. Diana Torremocha García

## III. CASOS PRÁCTICOS

D<sup>a</sup>. Diana Torremocha García / D. José María Rojo  
Aparicio

**DURACIÓN:** 2,5 horas

MTA-051  
CR-02

NTP 1159



## Artículo 5 Evaluación y control del ambiente de trabajo

- Para todo tipo de actividad determinado, la **evaluación de riesgos** debe incluir la **medición de la concentración** de fibras de amianto y su comparación con el valor límite ambiental.
- Si es necesario modificar el procedimiento se hará una **nueva evaluación**.
- El empresario realizará **controles periódicos** para garantizar que no se sobrepasa el valor límite.
- Las evaluaciones se **repetirán periódicamente**.
- Se realizarán por **personal cualificado** y el procedimiento para la **toma de muestras y el análisis** se ajustará a los requisitos establecidos en el **Anexo I**.
- Los análisis los llevarán a cabo **laboratorios especializados**.

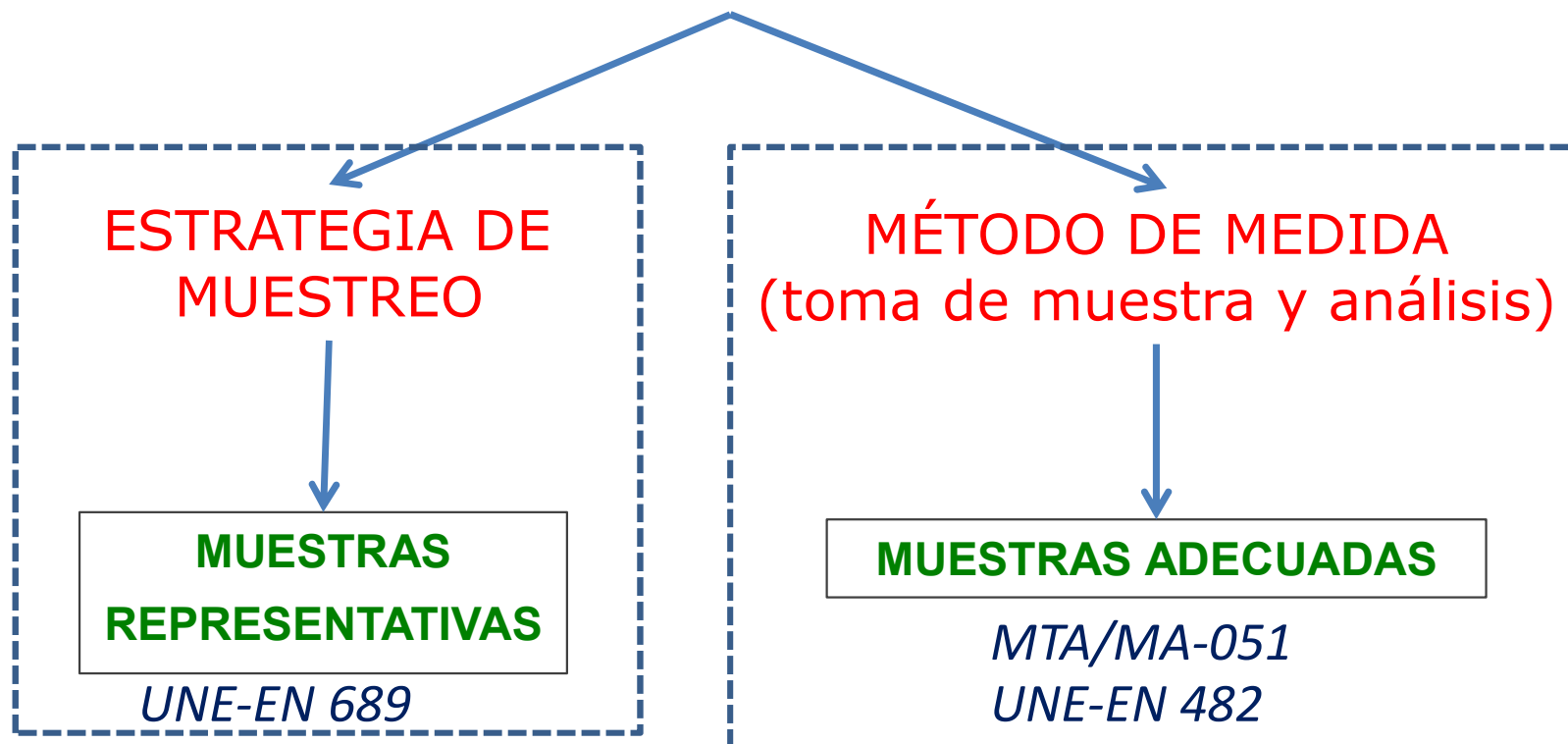


## **Anexo I**      Requisitos para la toma de muestras y el análisis (recuento de fibras)

- **Muestras personales**, implica la **toma de muestras representativa de la exposición personal** y su posterior **análisis**: Preferentemente mediante el *MTA/MA-051 “Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases”*.
- **Muestras ambientales estáticas**, no personales, para detectar la presencia de fibras de amianto en aire cuando: **i)** existan o se sospeche que pueden existir MCA, **ii)** exterior de cerramientos o interior de UD y **iii)** asegurar descontaminación de lugares y entornos tras realizar trabajos con amianto.
- La **estrategia de la medición** debe determinar una exposición representativa para el periodo de referencia del VLA-ED®. La Guía Técnica recomienda la *norma UNE-EN 689:2019*.



## FIABILIDAD DE LA MEDICIÓN





# CONCEPTOS BÁSICOS

*Evaluación de la exposición al amianto: muestras adecuadas*

**Tipo de actividad determinada (TAD):** conjunto de trabajos que realiza la empresa, con el mismo tipo de materiales, utilizando el mismo procedimiento y donde son probables condiciones de trabajo parecidas.

**MTA/MA-051:** metodología para determinar la concentración de fibras de amianto en aire que, bien ejecutada, asegura la fiabilidad de los resultados de las mediciones.

*Requiere conocimientos y experiencia*

**Aseguramiento de la Calidad de las mediciones:** sistema de control que garantiza la fiabilidad del resultado, contemplando en la toma de muestras los equipos de muestreo, calibraciones, registros, etc., de forma similar a lo exigido a los laboratorios de análisis (puntos 8.3 y 8.4 del protocolo de acreditación, anexo II).



# CONCEPTOS BÁSICOS

## *Medición de agentes químicos: terminología*

**Procedimiento de medida:** conjunto de operaciones descritas específicamente para la toma de muestras y análisis de agentes químicos o biológicos en aire.

**Intervalo de aplicación (de un procedimiento de medida):** intervalo de concentración o cantidad de un analito en el que la aplicación del método analítico proporciona resultados aceptables. También se conoce como el intervalo de concentración para el cual la incertidumbre expandida de un procedimiento de medida validado es inferior a un determinado valor.

**Límite de detección (de un procedimiento de medida):** cantidad o concentración mínima de un analito que puede detectarse con un nivel de confianza dado. Puede ser usado como un nivel umbral para asegurar la presencia de una sustancia con una confianza conocida.

**Límite de cuantificación (de un procedimiento de medida):** cantidad o concentración mínima que puede determinarse (cuantificarse) con un nivel aceptable de exactitud y precisión. Está condicionado por el límite de cuantificación analítico y por el volumen de aire muestreado.





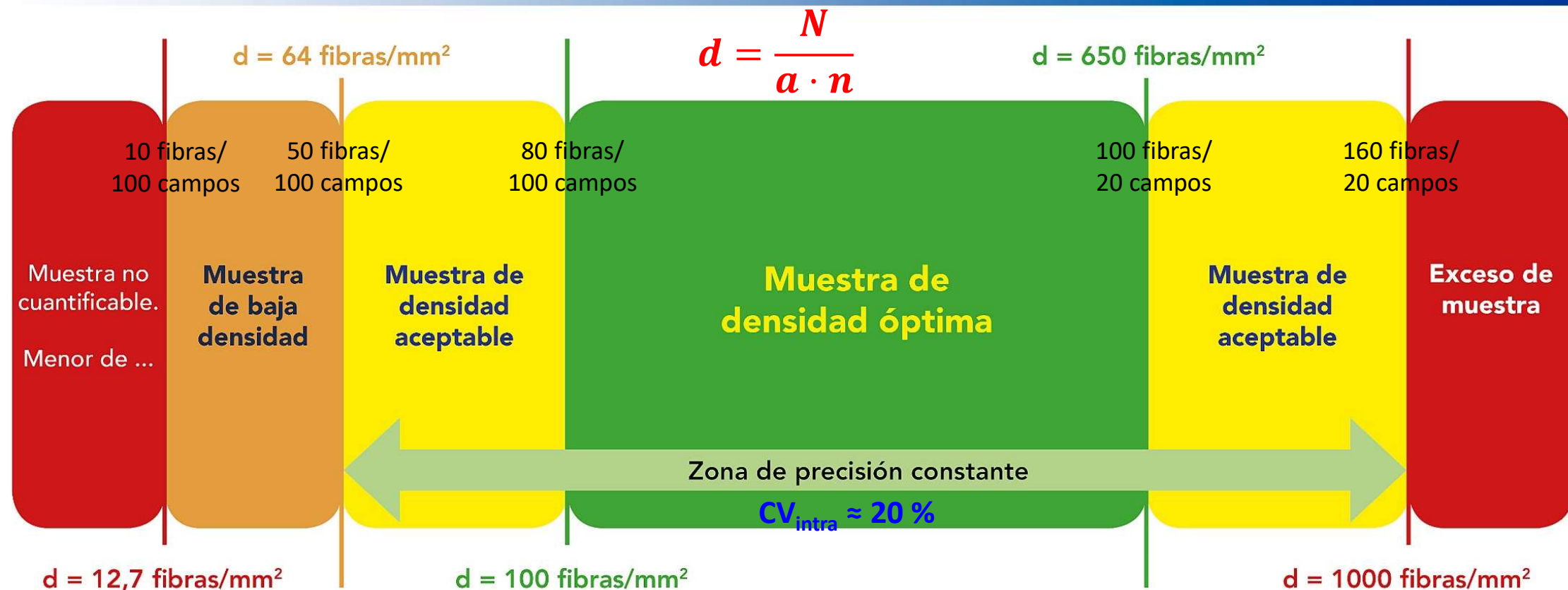
GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## MTA/MA-051: intervalo de aplicación

*Cantidad de muestra necesaria para el recuento de fibras*



**Densidad de fibras en el filtro (d) y precisión del recuento**





## MTA/MA-051: límites

*Método OMS (1997)*

**Límite inferior de recuento (LIR):** relacionado con el límite de cuantificación analítico y se establece en 10 fibras en 100 campos que se corresponde, de acuerdo con las ecuaciones recogidas en el MTA/MA-051, a una cantidad de fibras en el filtro de aproximadamente 4.900 fibras en el filtro.

El valor máximo admitido en un  
filtro blanco: *5 fibras en 100 campos*

$$LIR = \frac{10 \text{ fibras} \cdot A}{100 \text{ campos} \cdot a}$$

**Límite de detección del método:** corresponde, para la determinación de fibras en aire, al límite de cuantificación del procedimiento de medida. Es decir: el ***límite de detección en aire*** se calcula considerando el volumen de muestreo, según:

$$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000}$$



## MTA/MA-051: incertidumbre del recuento

*Método OMS (1997)*

N n° de fibras	s <sub>rP</sub> (%) Poisson (teórica)	s <sub>rP</sub> (%) Real (experimental)	Limites de confianza del 90% para la media de determinaciones repetidas (Número de fibras)	
			inferior	superior
5	45	49	2,0	11,0
7	38	43	3,2	14,0
10	32	37	5,1	18,5
20	22	30	11,7	33,2
50	14	25	33	76
80 0,8 fibras/campo	11	23	53	118
100	10	22	68	149
200	7	21	139	291



## Procedimiento de medida:

Método OMS (1997) Límite de cuantificación (LC)



- El **volumen de aire** debe determinarse para asegurar que el límite de detección de la concentración de fibras en aire es adecuado para el objetivo de la medición.

Conceptualmente equivalente al Límite de detección en aire del MTA/MA-051

Límite inferior de recuento			Volumen de aire muestreado litros	Límite de detección en aire fibras/cm <sup>3</sup>
$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000}$				
10 fibras / 100 campos	12,7 fibras/mm <sup>2</sup> (*)	4.900 fibras en filtro <b>LIR</b> (**)	10	0,50
			25	0,20
			50	0,10
			90	0,05
			120	0,04
			240	0,02
			480	0,01
			960	0,005

(\*) A<sub>reticula</sub> = 0,00785 mm<sup>2</sup> ;  
(\*\*) A<sub>útil</sub> = 385 mm<sup>2</sup>.



## CONTENIDO: MEDICIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE:

### I. CONCEPTOS BÁSICOS Y EXIGENCIAS DEL RD 396/2006

D. José María Rojo Aparicio

### II. FACTORES ESENCIALES EN LA TOMA DE MUESTRA. VOLUMEN DE MUESTREO

D<sup>a</sup>. Diana Torremocha García

### III. CASOS PRÁCTICOS

D<sup>a</sup>. Diana Torremocha García / D. José María Rojo  
Aparicio

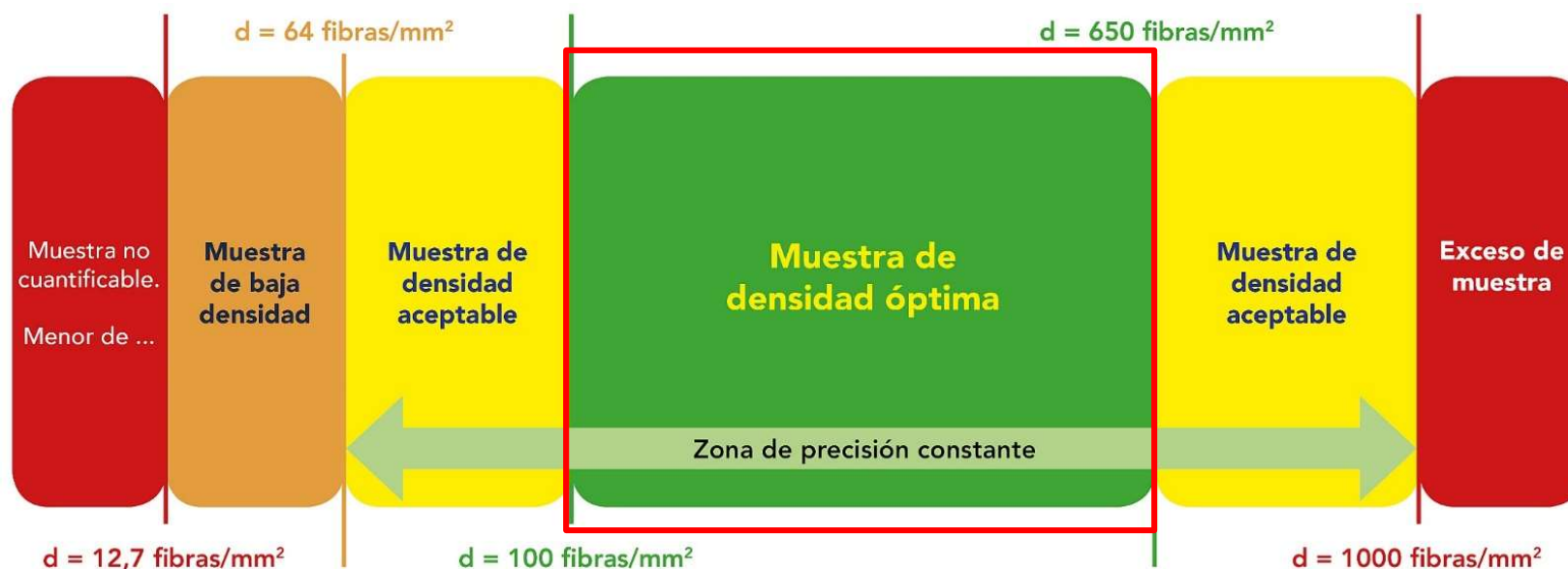


GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



# ¿Cómo consigo una densidad de fibras óptima?





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst  
Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo

# ¿Cómo consigo una densidad de fibras óptima?



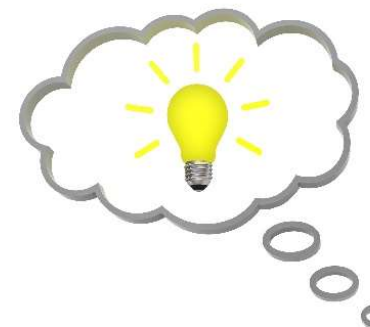
**¡Con el volumen!!**

$$V = Q * t$$

0,5 - 2 l/min

**¡Hasta 16 l/min!**

Tiempo de muestreo

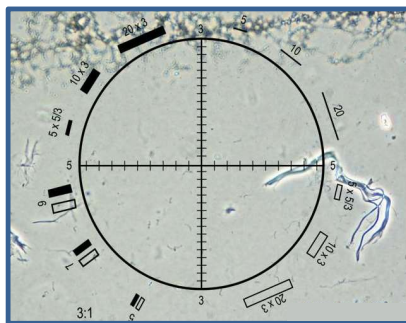






## Determinación del número total de fibras

$$F = \frac{N}{a} * \frac{A}{n}$$



$$d = \frac{N}{a * n}$$



**F**: número total de fibras en filtro

**N**: número de fibras contadas

**a**: área del campo de recuento (mm<sup>2</sup>)

**n**: número de campos contados

**A**: superficie efectiva del filtro (mm<sup>2</sup>)

**d**: densidad de fibras en el filtro (fibras/ mm<sup>2</sup>)



## Determinación de la concentración de fibras



$$C = \frac{F}{1000 * V}$$

**C**: concentración de fibras en aire (fibras/cm<sup>3</sup>)

**F**: número total de fibras en filtro

**V**: volumen de aire muestreado (litros)

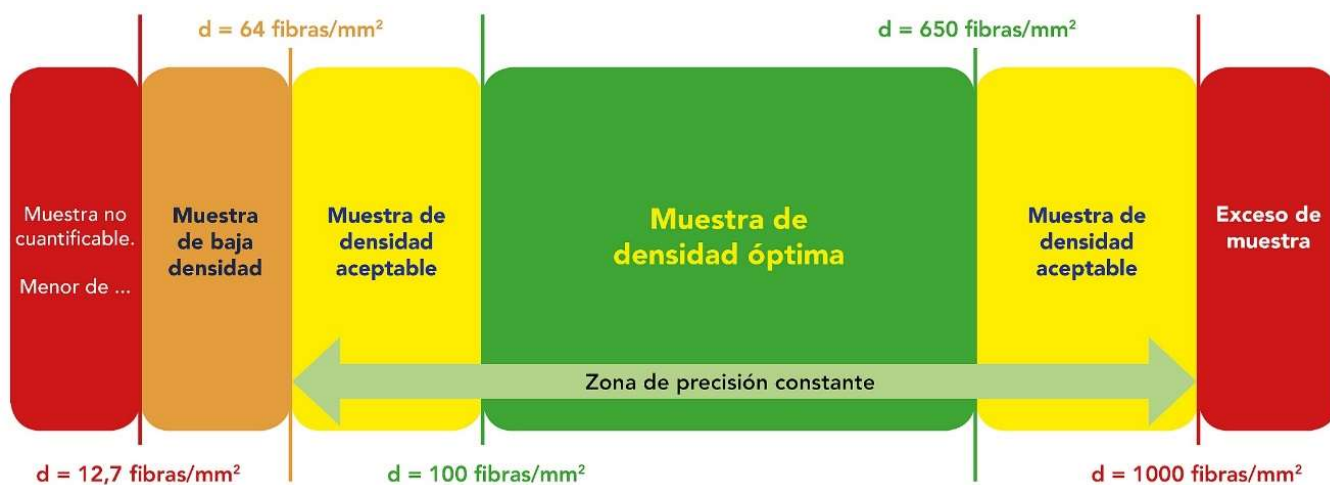


$$F = \frac{N}{a} * \frac{A}{n}$$

$$d = \frac{N}{a * n}$$

$$C = \frac{F}{1000 * V}$$

$$V = \frac{d * A}{C * 1000}$$



$$V_{mín/máy} = \frac{d_{mín/máy} * A}{C_{esperada} * 1000}$$



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

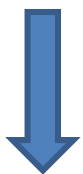
MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

**insst**  
Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo

## Cómo calcular el volumen de muestreo adecuado:

Densidad mínima  
óptima

100 fibras/mm<sup>2</sup>



V mín 770 l



$$V = \frac{d * A}{C_{esperada} * 1000}$$

Si A = 385 mm<sup>2</sup>

Para una concentración  
**0,05** fibras / cm<sup>3</sup>

Densidad máxima  
óptima

650 fibras/mm<sup>2</sup>



V máx 5.000 l

# ¿Qué *Cesperada* utilizo?

- Mediciones propias anteriores para ese mismo TAD.
  - Ej. Datos del Anexo IV.
- Bases de datos de organismos de reconocido prestigio
  - Guía técnica (tabla del INRS y tabla del HSA).
  - Ev@lutil.
  - Scol@miante.

**inrs** Scol@miante

**Evaluation** Historique | 1

**Activité :**  
Sous-section 4 : Intervention

**Matériau :**  
Revêtement intérieur / Faux plafond : plaque fibro ciment

**Technique de traitement :**  
Découpage avec outil manuel

**Travail à l'humide :**  
nombre insuffisant de données

**Captage à la source :**  
Absence de captage localisé

**Indice de confiance :**

**Empoussièrément :** 54 fil

Ce résultat correspond à une évaluation a priori du niveau d'empoussièrément, cela n'empêche pas l'employeur d'effectuer ses propres évaluations réglementaires.

FICHA PARA EL REGISTRO DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN EN LOS TRABAJOS CON AMIANTO

NOMBRE DE LA EMPRESA: Empresa RERA N° DE REGISTRO DE LA EMPRESA: 48/0000

PLAN DE TRABAJO N°: 48/200001 Fecha de inicio y finalización del trabajo 02/01/20 - 14/01/20

1. TIPO DE ACTIVIDAD REALIZADA	2. TIPO DE MATERIAL INTERVENIDO
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Retirada de amianto y materiales con amianto <input type="checkbox"/> 2. Mantenimiento/ reparación de materiales con amianto. <input type="checkbox"/> 3. Transporte de residuos. <input type="checkbox"/> 4. Tratamiento y destrucción de residuos. <input type="checkbox"/> 5. Otras (especificar):	<input type="checkbox"/> 1. Amianto proyectado y revestimientos con amianto en paredes, techos y elementos estructurales <input checked="" type="checkbox"/> 2. Calorifugados. <input type="checkbox"/> 3. Otros materiales fríasbles: paneles, tejidos de amianto, carones, filtros, etc (especificar). <input checked="" type="checkbox"/> 4. Fibrocemento. <input type="checkbox"/> 5. Losetas amianto-vinilo. <input type="checkbox"/> 6. Otros materiales no fríasbles: masillas, pinturas, adhesivos, etc (especificar)

3. DATOS DE LAS EVALUACIONES

Nombre del trabajador	DNI	Núm. Seguridad Social	Tipo actividad (1)	Tipo material (2)	Exposición diaria (fibras/cm³) (3)	Días de exposición	Tipo de EPI (4)
Trabajador 1	11.111.111-A	161111111	1 Retirada de amianto y materiales con amianto	4 Fibrocemento	0,025 (mediciones previas, Plan de Trabajo 48/190191)	3	Máscara con filtro P3 y traje tipo 5 con capucha integrada
Trabajador 2	11.111.112-A	501111112	1 Retirada de amianto y materiales con amianto	4 Fibrocemento	0,025 (mediciones previas, Plan de Trabajo 48/190191)	3	Máscara con filtro P3 y traje tipo 5 con capucha integrada
Trabajador 1 (*)	11.111.111-A	161111111	1		0,081	7	Equipo filtrante con ventilación

OPERACIONES	Concentración estimada (fibras/cm³) <sup>20</sup>	
	Con humectación/Buenas prácticas	En seco/ Medidas preventivas insuficientes
Proyectado y otros productos aislantes	14,4	358
Paneles aislantes, incluyendo tableros	0,41	15
Fibrocemento	0,01	0,08
Rellenos y refuerzos en una matriz flexible (incluyendo revestimientos proyectados tipo gotele)	0,02	0,08
Juntas y empaquetaduras	0,05	0,2
Pavimentos vinílicos	0,01	0,05
Plásticos moldeados y cajas de baterías	0,001	0,01
De un tejado de fibrocemento	1 - 3	3
De un revestimiento vertical de fibrocemento	1 - 2	5 - 8
Demolición a distancia de estructuras de amianto-cemento	< 0,01	< 0,1

☒ Laboratorio de análisis (recuento) de fibra: Laboratorio Fibras 2000 (contraseña: MT-HLA nº 0)

☐ Método utilizado si ha sido diferente del MTA/MA-051 del INSHT:

02/02/2020 Nombre del empresario/ Técnico Superior del Servicio de Prevención, especialidad higiene industrial

Fecha y firma.

medición de fibras de amianto en aire



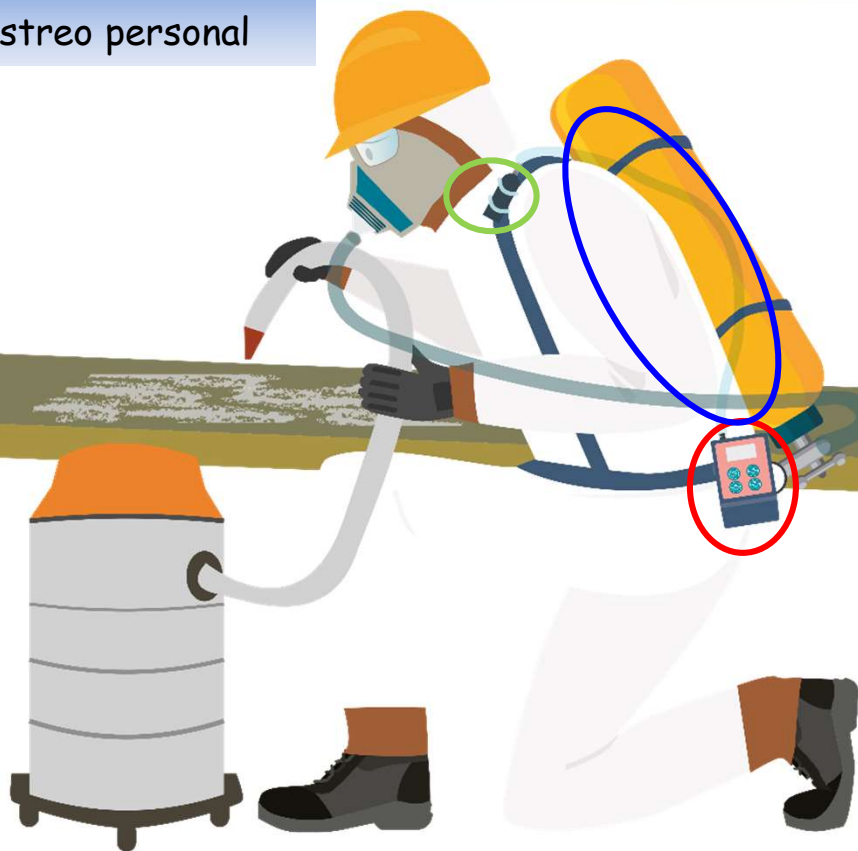


GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst  
Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo

## Muestreo personal



## Muestreo ambiental





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

**insst**  
Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo



**Pérdida de carga\***: diferencia entre la presión ambiente y la presión a la entrada de la bomba, para un caudal constante.

- Def. extraída de UNE-EN ISO 13137, apartado 3.9.

Extracto de la tabla  
3 de la NTP 1168



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL



insst  
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

**NP**  
Notas Técnicas de Prevención

**1.168**

**Pérdida de carga asociada a muestreadores y elementos de retención en el muestreo de agentes químicos**

*Pressure drop associated with samplers and collection substrates during sampling of chemical agents*  
*Perte de charge associée aux échantillonneurs et aux éléments de rétention lors de l'échantillonnage d'agents chimiques*

**Autor:**  
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

**Elaborado por:**  
Diana Torremocha García  
Beatriz Martín Pérez  
CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSST

*Esta NTP proporciona información que facilita el trabajo a desarrollar por el Técnico de Prevención en la estrategia de muestreo para la realización de mediciones en la evaluación de agentes químicos. El conocimiento de la pérdida de carga que aporta el conjunto muestreador y elemento de retención facilita la selección de la bomba para que la medición sea fiable.*

Diana Torremocha


Medición de fibras de amianto en aire

Muestreador	Tamaño filtro (mm)	Tamaño de poro (µm)	Material filtro	Caudal (l/min)	Pérdida de carga (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1
		1,2	NC	0,5	0,7 - 0,9
				1	1,3 - 1,7
				2	2,4 - 3,1
				4	4,1 - 4,9
				6	6,6 - 7,6
				7	6,6 - 7,63



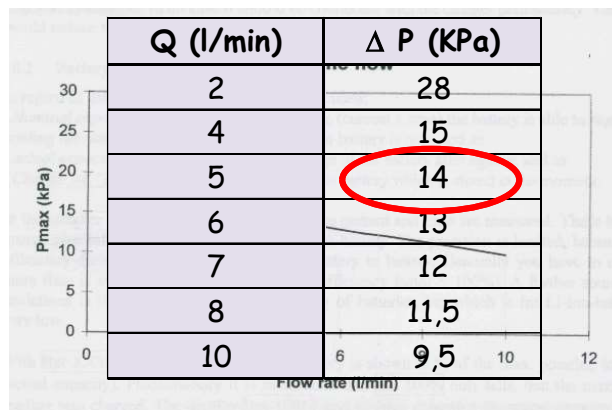
Tenemos que realizar un muestreo a 5 l/min con un filtro de nitrato de celulosa de 0,8  $\mu\text{m}$ .

Bomba 1



Q (l/min)	$\Delta P$ (" H <sub>2</sub> O)	$\Delta P$ (kPa)
5	20	5
10	12	3
15	5	1

Bomba 2



Bomba 3

Q (l/min)	$\Delta P$ (" H <sub>2</sub> O)	$\Delta P$ (kPa)	$\Delta P$ (" H <sub>2</sub> O) 8 h	$\Delta P$ (kPa)
4	67	17	45	11
5	57	14	38	10
6	48	12	32	8
7	40	10	27	7
8	33	8	22	6
9	28	7	18	5
10	23	6	15	4
11	18	5	12	3
12	14	4	10	3

En la estrategia de muestreo hay que elegir también la bomba que vamos a utilizar



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



# Caso práctico 1



Un técnico de prevención con la especialidad de higiene industrial tiene que realizar una **estrategia de muestreo** para realizar las **mediciones personales de reevaluación periódicas** de una empresa de desamiantado que va a efectuar unos trabajos de **retirada de cubiertas de fibrocemento operando por debajo** de la misma.





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



# Caso práctico 1

Dispone de la siguiente ficha del  
**Anexo IV** enviada por la empresa  
a la autoridad laboral de trabajos  
anteriores realizados para ese  
mismo TAD: mismo  
procedimiento, mismas medidas  
preventivas...

## ANEXO IV. FICHA PARA EL REGISTRO DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN EN LOS TRABAJOS CON AMIANTO

NOMBRE DE LA EMPRESA:		Nº REGISTRO DE LA EMPRESA: . / .....	
CIF DE LA EMPRESA:		Código de provincia / N.º RERA	
NOMBRE DEL PLAN:		P.T.E. PARA LA OPERACIÓN DE RETIRADA DE PLACAS DE FIBROCEMENTO DE CUBIERTA EN LA OBRA DE SUST. DE CUBIERTA EN VIVIENDA	
PLAN DE TRABAJO número	Código de provincia	Número de resolución	Fecha de resolución
		15-03-2021	FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: 09/06/2021
			FECHA DE FINALIZACIÓN: 11/06/2021

1. TIPO DE ACTIVIDAD REALIZADA	
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Retirada de amianto y materiales con amianto	<input type="checkbox"/> 4. Tratamiento y destrucción de residuos
<input type="checkbox"/> 2. Mantenimiento / reparación de materiales con amianto	<input type="checkbox"/> 5. Otras (especificar):
<input type="checkbox"/> 3. Transporte de residuos	

2. TIPO DE MATERIAL INTERVENIDO	
<input type="checkbox"/> 1. Amianto proyectado y revestimientos con amianto en paredes, techos y elementos estructurales.	<input checked="" type="checkbox"/> 4. Fibrocemento.
<input type="checkbox"/> 2. Calorifugados.	<input type="checkbox"/> 5. Losetas de amianto - vinilo.
<input type="checkbox"/> 3. Otros materiales friables: paneles, tejidos de amianto, cartones, fieltros, etc. (especificar):	<input type="checkbox"/> 6. Otros materiales no friables: masillas, pinturas, adhesivos, etc. (especificar):

3. DATOS DE LA EVALUACIÓN:							
Nombre y apellidos del trabajador	DNI	Número Seguridad Social	Tipo actividad (1)	Tipo materia (2)	Exposición diaria (fibras/cm <sup>3</sup> ) (3)	Días de exposición	Tipo de EPI (4)
			1	4	0,043	2	CAT. III
			1	4	0,043	2	CAT. III

medición de fibras de amianto en aire





# Caso práctico 1

En el **plan de trabajo** se indica que los trabajos van a realizarse en **dos jornadas** de trabajo **de 4 horas** cada una.

¿Qué **volumen y tiempo de muestreo** se podría recomendar?

PLAN DE TRABAJO ESPECÍFICO PARA  
LA OPERACIÓN DE RETIRADA DE  
PLACAS DE FIBROCEMENTO DE  
CUBIERTA EN LA OBRA DE DEMOLICIÓN  
DE LA





# Caso práctico 1

$$V_{\text{mín/máx}} = \frac{d_{\text{mín/máx}} * A}{C_{\text{esperada}} * 1000}$$

$$ED = \frac{C \cdot t_{\text{exposición}}}{8}$$

$$0,043 = \frac{C_{\text{esperada}} \cdot 4}{8}$$

Por lo tanto, la  $C_{\text{esperada}}$  se puede estimar en  $0,086 \text{ fibras/cm}^3$



# Caso práctico 1

$$V_{teórico}(mínimo) = \frac{100 \cdot 385}{0,086 \cdot 1.000} = 448 \text{ litros}$$

$$V_{teórico}(máximo) = \frac{650 \cdot 385}{0,086 \cdot 1.000} = 2.910 \text{ litros}$$



# Caso práctico 1

$$Q = \frac{V}{t}$$

Para este tipo de mediciones, el **tiempo de muestreo debe ser lo más cercano posible al tiempo de exposición**, es decir, 4 horas

$$Q_{\text{teórico(mínimo)}} = \frac{448}{4 \cdot 60} = 2 \text{ l/min}$$

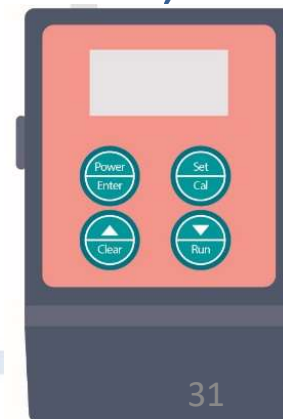
$$Q_{\text{teórico(máximo)}} = \frac{2.910}{4 \cdot 60} = 12 \text{ l/min}$$



# Caso práctico 1

Teniendo en cuenta que en la empresa se dispone de muestreadores de fibras con filtros de membrana de **ésteres de celulosa de  $0,8 \mu\text{m}$**  de tamaño de poro y de **4 bombas tipo P**, cuyos datos se aportan a continuación, extraídos de los manuales de instrucciones de cada una,

¿qué **caudal y bomba se recomendaría?**





# Caso práctico 1

## Bomba 1 (de 0,85 l/min a 5 l/min)

### RANGO DE PRESION

Caudal LPM	("H <sub>2</sub> O")
0.85	20
1	25
2	26
2.5	—
3	23
4	15
5	5

## Bomba 2 (de 1 a 4 l/min)

Rango de compensación: ..... 1000 a 2500 ml/min a contrapresión de agua de 40 pulgadas  
3000 ml/min a contrapresión de agua de 35 pulgadas  
4,000 ml/min a contrapresión de agua de 20 pulgadas

## Bomba 3 (de 1 a 5 l/min)

Compensación a Caudal Constante ..... 5000cc hasta 20" columna de agua (8 horas)  
4000cc hasta 30" columna de agua (8 horas)  
3000cc hasta 50" columna de agua (8 horas)  
2000cc hasta 60" columna de agua (8 horas)  
1000cc hasta 70" columna de agua (8 horas)

## Bomba 4 (de 4 a 10 l/min)

Compensación a Caudal Constante ..... Entre 4-10 LPM hasta las presiones enumeradas a continuación;  
10L hasta 12" columna de agua  
9L hasta 18" columna de agua  
8L hasta 22" columna de agua  
7L hasta 28" columna de agua  
6L hasta 34" columna de agua  
5L hasta 40" columna de agua  
4L hasta 45" columna de agua



# Caso práctico 1

## Bomba 1 (de 0,85 l/min a 5 l/min)

Q (l/min)	kPa
2	6,48
3	5,73
4	3,74
5	1,25

Hemos calculado un rango de caudal óptimo entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO (µm)	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

NTP 1168

# Caso práctico 1

## Bomba 2 (de 1 a 4 l/min)

Q (l/min)	kPa
2 a 2,5	9,96
3	8,72
4	4,98

Hemos calculado un rango de caudal óptimo entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO (μm)	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

**NTP 1168**

# Caso práctico 1

## Bomba 3 (de 1 a 5 l/min)

Q (l/min)	kPa
2	14,94
3	12,45
4	7,47
5	4,98

Hemos calculado un rango de caudal óptimo entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO (µm)	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

**NTP 1168**



# Caso práctico 1

## Bomba 4 (de 4 a 10 l/min)

Q (l/min)	kPa
4	11,21
5	9,96
6	8,47
7	6,97
8	5,48
9	4,48
10	2,99

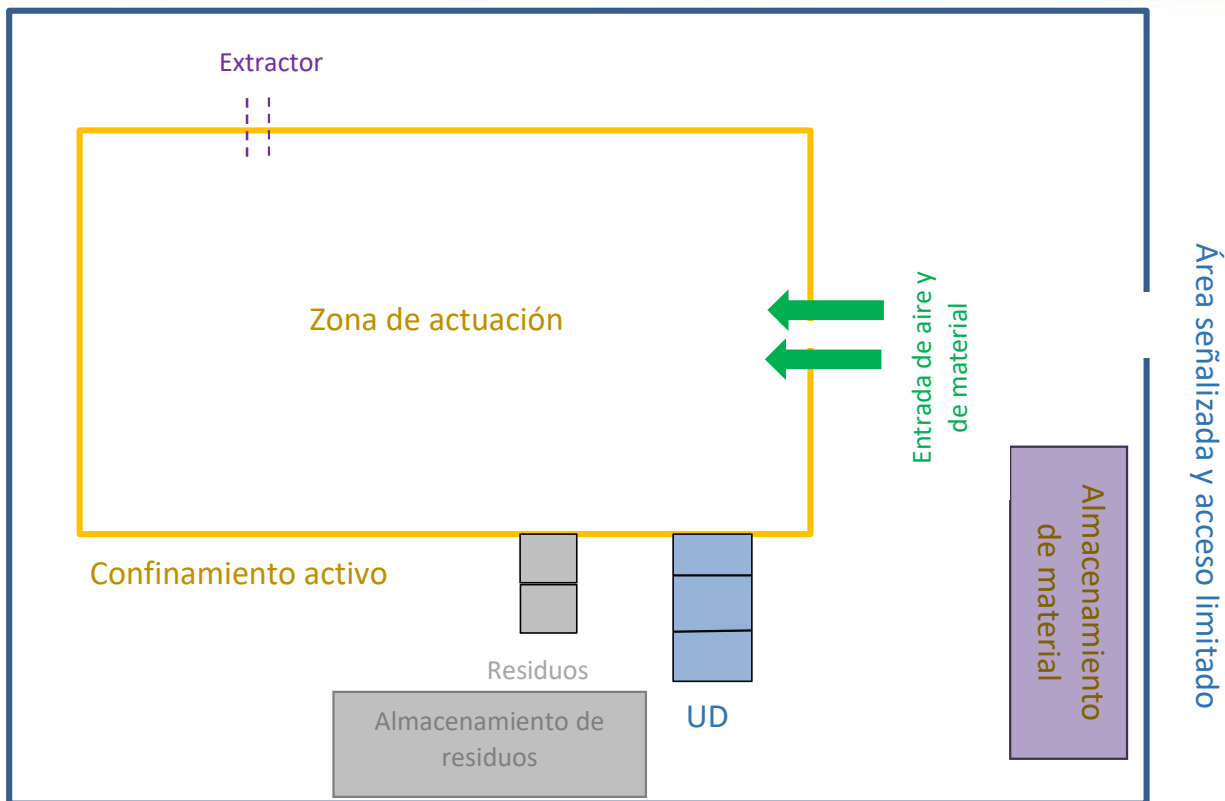
Hemos calculado un  
rango de caudal óptimo  
entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO (µm)	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

Elegimos muestrear a 5 l/min con la bomba 4 durante  
las 4 horas que duran los trabajos cada día



## Caso práctico 2

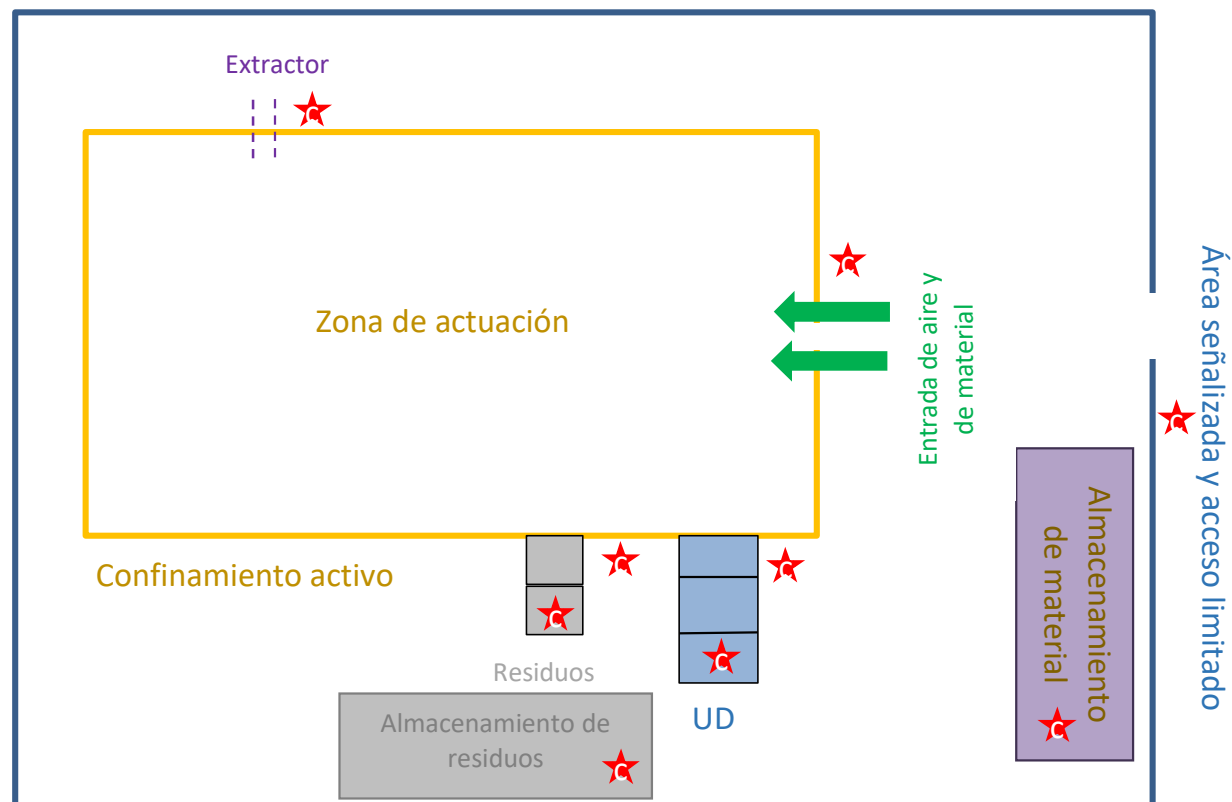


Un técnico de prevención con la especialidad de higiene industrial está elaborando el plan de trabajo de un **desamiantado de una sala de calderas**. Se plantea realizar un **confinamiento activo** como el mostrado en la figura.



## Caso práctico 2

¿En la estrategia de  
muestreo, dónde se  
podrían realizar  
mediciones para  
verificar que no hay  
fugas?







GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## Caso práctico 2

*¿Qué caudales y tiempos de muestreo se pueden recomendar para verificar que no hay fugas de fibras?*

*$A = 385 \text{ mm}^2$ ,  $a = 0,007854 \text{ mm}^2$  y los datos de la pérdida de carga máxima que soporta la bomba:*

Back pressure range -

Flow rate (litre/min)	Maximum back pressure	
	(inches of water)	(kPa)
2	205	51.0
4	175	43.5
8	125	31.1
12	85	21.1
16	50	12.4
20	15	3.7

Se esperan 0 fibras, pero para los cálculos,  
hay que coger un volumen suficientemente  
alto como para garantizar que **NO hay**  
**fibras fuera del confinamiento**



Límite de cuantificación lo más  
bajo posible

$$LIR = \frac{10 \text{ fibras} \cdot A}{100 \text{ campos} \cdot a}$$

Con esos datos, el LIR sería 4.900 fibras/filtro



## Caso práctico 2

Como no hay un valor de referencia legislado y teniendo en cuenta que la concentración debe ser 0, el técnico debe elegir qué valor considera aceptable para verificar que no hay fugas.

Por ejemplo se puede adoptar un valor cinco veces inferior a lo utilizado habitualmente (0,01 fibras/cm<sup>3</sup>) como verificación de la calidad del aire, es decir, un

**límite de cuantificación de 0,002 fibras/ cm<sup>3</sup>**

$$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000}$$

$$0,002 = \frac{4900}{V \cdot 1000}$$

$$V = 2450 \text{ litros}$$



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## Caso práctico 2

V (litros)	Q (l/min)	t (min)	t (horas)
2450	2	1225	20
	4	613	10
	6	408	7
	8	306	5
	10	245	4
	12	204	3,4
	14	175	2,9
	16	153	2,6

Elegimos muestrear a 10 l/min durante 4 horas  
para asegurarnos que la concentración es  
inferior a 0,002 fibras/cm<sup>3</sup>



Foto cedida por IGR

Back pressure range -

Flow rate (litre/min)	Maximum back pressure	
	(inches of water)	(kPa)
2	205	51.0
4	119	43.5
8	125	31.1
12	85	21.1
16	55	12.4
20	15	3.7

CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
0,5	0,6 - 0,7
1	1,3 - 1,5
2	2,7 - 3,0
4	6,0 - 6,5
6	8,5 - 9,6
8	12,2 - 13,2
10	15,7 - 16,8
12	19,0 - 20,3
13	21,0 - 22,1



## Caso práctico 2

¿Qué caudal y tiempo de muestreo se puede recomendar para **verificar la descontaminación de la zona** tras realizar el desamiantado, la limpieza y la verificación visual?

El valor acordado entre la empresa que realiza los trabajos y la que la contrata, es de 0,01 fibras/ cm<sup>3</sup>

$$V_{teórico}(mínimo) = \frac{100 \cdot 385}{0,01 \cdot 1.000} = 3.850 \text{ litros}$$

$$V_{teórico}(máximo) = \frac{650 \cdot 385}{0,01 \cdot 1.000} = 25.000 \text{ litros}$$



## Caso práctico 2

Se propone muestrear **7 horas a 10 l/min**, con lo que obtendríamos un volumen de 4.200 litros

$$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000} \quad \longrightarrow \quad LC = \frac{4900}{4200 \cdot 1000} = 0,001 \text{ fibras/cm}^3$$

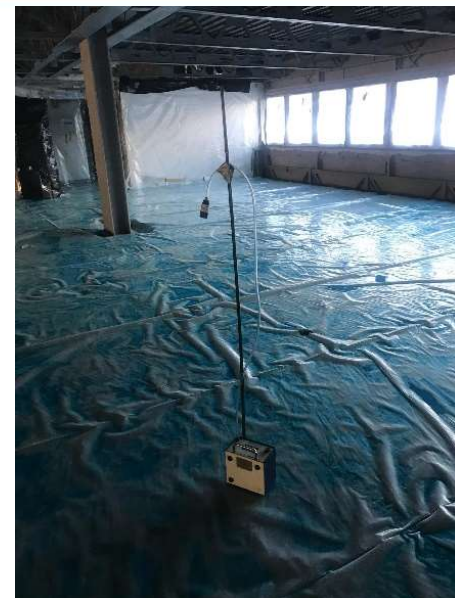


Foto cedida por IGR

Con ese volumen, **el límite de cuantificación es de 0,001 fibras/cm<sup>3</sup>** apropiado para demostrar que la concentración es inferior a 0,01 fibras/cm<sup>3</sup>



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## Caso práctico 2

¿Qué ocurre **si en el análisis aparecen fibras** en muestras para detectar fugas o en las muestras para el índice de descontaminación?

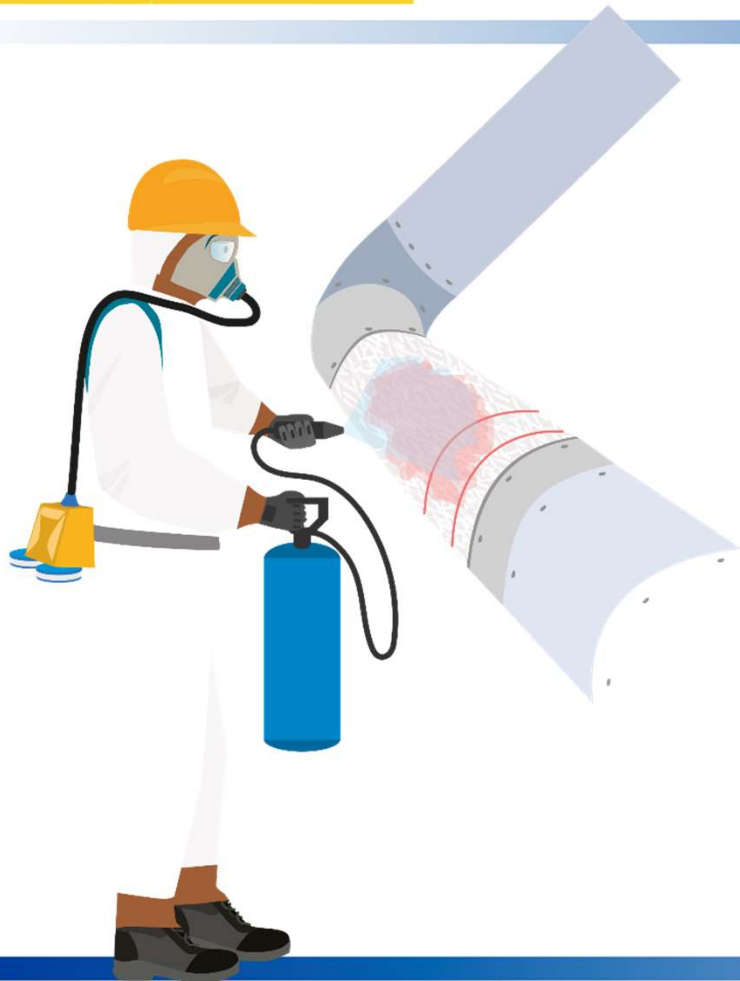
- Paralizar los trabajos y buscar fugas
- Limpiar de nuevo, realizar la verificación visual y repetir las mediciones







# Caso práctico 3



Una empresa de desamiantado va a realizar por primera vez un trabajo de retirada de un **calorifugado desmontando con humidificación y aspiración.**

¿Qué estrategia de muestreo podría plantear para realizar mediciones de **evaluación de la exposición?**

# Caso práctico 3

<https://scolamiente.inrs.fr>



Scol@miente



Evaluation

Historique | i

## Activité :

Sous-section 3 : Retrait - Encapsulage

## Matériau :

Calorifugeage

## Technique de traitement :

Dépose par le dessous - Désemboitage - Déconstruction

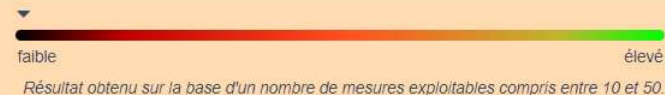
## Travail à l'humide :

Humidification du matériau par pulvérisation des matériaux et brumisation ou nébulisation

## Captage à la source :

Aspiration à la source avec système d'aspiration avec filtre THE

## Indice de confiance :



## Empoussièrément :

192 f/l

0,2 fibras/ cm<sup>3</sup>

Dernière mise à jour des données : 29/09/2021

Medición de fibras de amianto en aire



## Caso práctico 3

$$V_{teórico}(mínimo) = \frac{100 \cdot 385}{0,2 \cdot 1.000} = 193 \text{ litros}$$

$$V_{teórico}(máximo) = \frac{650 \cdot 385}{0,2 \cdot 1.000} = 1.250 \text{ litros}$$



## Caso práctico 3

$$Q = \frac{V}{t}$$

Para este tipo de mediciones, el **tiempo de muestreo debe ser lo más cercano posible al tiempo de exposición**, es decir, 4 horas

$$Q_{\text{teórico}}(\text{mínimo}) = \frac{193}{4 \cdot 60} = 0,8 \text{ l/min}$$

$$Q_{\text{teórico}}(\text{máximo}) = \frac{1250}{4 \cdot 60} = 5 \text{ l/min}$$

Desde el punto de vista del método, es **mejor ir a un caudal alto**. Habrá que tener en cuenta si hay **partículas que puedan interferir** en los recuentos y cualquier otro condicionante para elegir el caudal de muestreo.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



# Muchas gracias por su atención