

MEDICIÓN DE LA EXPOSICIÓN POR INHALACIÓN. ESTRATEGIA PARA VERIFICAR LA CONFORMIDAD



Jose Luis Sanz
Departamento Técnico INSST-CNVM



1. Documento de referencia y conceptos esenciales.
2. Evaluación inicial.
3. Evaluaciones periódicas
4. Ejercicio de aplicación. Utilizando el CALCULADOR del INSST.



1. DOCUMENTO Y CONCEPTOS

NORMA UNE-EN 689:2019 ***Evaluación de la*** ***exposición*** (CON MEDICIONES)



1. Medir la exposición por inhalación de agentes químicos.
2. Estrategia para verificar la conformidad con los VLA

2. EVALUACIÓN INICIAL

**Constitución de Grupos de
exposición similar (GES)**



Procedimiento de medida

Validados
y acordes
EN 482

Duración muestreo
VLA-EC **VLA-ED**
15 min Duración exp.
(excep. 2 horas)

**1. Mediciones
de la
exposición**

Realización de las mediciones



**Validación de los GES y
de los resultados**



**Permanecer en el
puesto de trabajo**

2. EVALUACIÓN INICIAL

2. Valoración de la exposición

Prueba preliminar

Test Estadístico

**Verificar la conformidad de los resultados respecto a un
valor de referencia (VLA)**

Prueba preliminar

Necesario: Requiere una serie de 3, 4 o 5 mediciones



SERIE 3 MEDICIONES: Todos los resultados inferiores a **0,1 VLA.**

SERIE 4 MEDICIONES: Todos los resultados inferiores a **0,15 VLA.**

SERIE 5 MEDICIONES: Todos los resultados inferiores a **0,20 VLA.**



CONFORMIDAD



Si un resultado es superior al VLA

NO CONFORMIDAD

Resto de casos

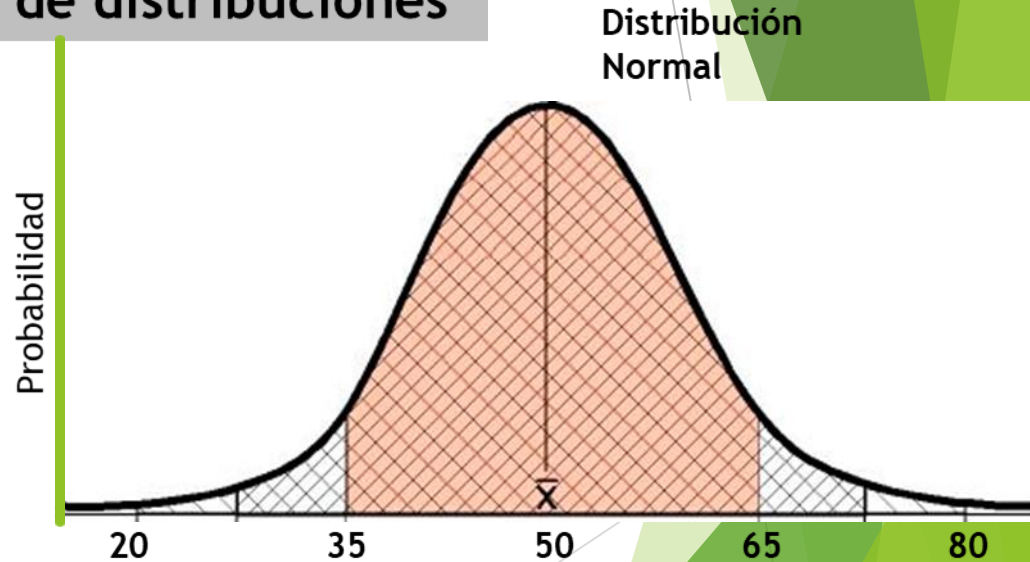
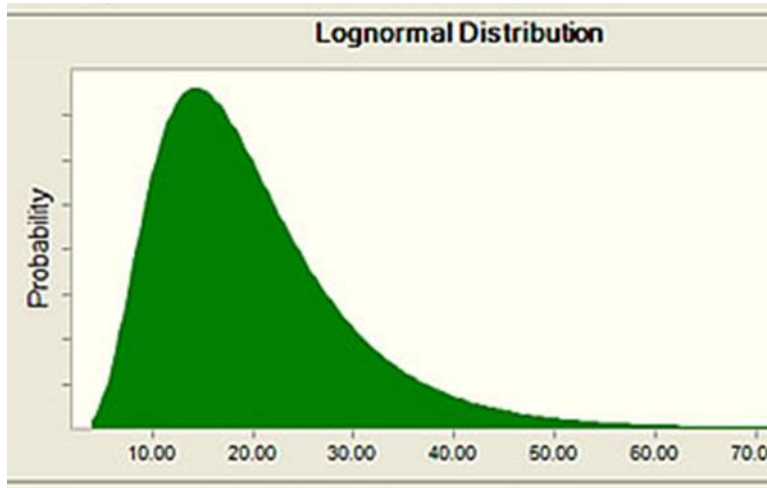


Test estadístico

Test Estadístico

Mínimo: 6 mediciones.

REQUIERE: Determinar el tipo de distribución que ajusta mejor los resultados
2 tipos de distribuciones



Prueba: Saphiro-Wilk

Condición: Demostrar, con un nivel de confianza del 70%, que la probabilidad de que una medición supere el VLA es menor del 5%.

IMPLICA: Calcular el $LSC_{95,70}$

Distribución log Normal

$$\ln LSC_{95,70} = \ln MG + u_T \cdot \ln DSG$$

Distribución Normal

$$LSC_{95,70} = MA + u_T \cdot DS$$

ANEXO F

$LSC_{95,70} < VLA$ CONFORMIDAD

$LSC_{95,70} > VLA$ NO CONFORMIDAD

$$U_R = \frac{\ln VLA - \ln MG}{\ln SDG}$$

$U_R > U_T$ CONFORMIDAD

$U_R < U_T$ NO CONFORMIDAD



Norma UNE-EN 689:2019 Hemos
realizado la evaluación de la
exposición debido a la inhalación
de agentes químicos

NO CONFORMIDAD: Medidas de control (nueva evaluación inicial)

CONFORMIDAD: Reevaluaciones periódicas de la exposición



3. REEVALUACIONES DE LA EXPOSICIÓN

EN 689 las contempla como un procedimiento para corroborar que las conclusiones sobre la exposición se mantienen en el tiempo y cumplir obligación legal de revisar periódicamente la eval. Inicial R.D.39/1997

REVISAR Y ACTUALIZAR ANUALMENTE

- *Revisión de las condiciones de la exposición*
- *Revisión de parámetros técnicos: Q de los sistemas de control; consumo de materiales, etc.*
- *Métodos cualitativos.*
- *etc.*



Reevaluación con mediciones de la exposición: Propone 2 métodos para calcular la periodicidad máxima.

1. UTILIZACIÓN DE LA MEDIA GEOMÉTRICA (MG), (MA)



MG, MA < 0,1 VLE.....	36 Meses (3 AÑOS)
0,1 VLE < MG, MA < 0,25 VLE.....	24 Meses (2 AÑOS)
0,25 VLE < MG, MA < 0,5 VLE.....	18 Meses (1 año y medio)
MG, MA > 0,5 VLE.....	12 Meses (1 año)

2. UTILIZACIÓN DEL PARÁMETRO (j)



J < 0,25	36 Meses (3 años)
0,25 < j < 0,5	30 Meses (2 años y medio)
0,5 < j < 1	24 Meses (2 años)

$$j = \frac{LSC_{95,70}}{VLA}$$

ANEXO I

NOTA: El técnico decide acerca del número de mediciones necesarias

4. Evaluación de la exposición a SCR (silice)

Caso: Operaciones de acabado en una marmolería



3 trabajadores dedicados a realizar las tareas de acabados o terminaciones. Trabajos de pulido, canteado, acanalado, vaciado de fregaderos, encimeras, grifos, etc.

Emplean principalmente herramientas neumáticas manuales (amoladoras de distintos diámetros y pulidoras) con inyección de agua.

Además, cortina de aspiración de 3 metros de largo x 2,2 metros de alto.

EPR: 2 mascarillas autofiltrantes FFP3 y otro media máscara con filtros P3. Para operaciones puntuales "en seco" hacen uso de equipos asistidos.

Mayoría de trabajos orientados a la fabricación de encimeras de cocina y al revestimiento de fachadas, baños, etc. tanto en obra nueva como en reformas.

Puntualmente también arte funerario. Aprox. 40% de los trabajos con

aglomerados de sílice + 40% con materiales porcelánicos + 20% con granito y otras piedras naturales

(mármol, arenisca, travertino, etc.).

Exposición variable en la jornada (tareas, materiales...).

Jornada de trabajo de 8 horas, de lunes a viernes de 8:30 a 13:30 y de 15:00 a 18:00.

Caracterización Básica.



2. Estrategia Muestreo

Considerando



Método Analítico

MTA/MA-057/A17 (INSST-Validado)
XRD (X-ray diffraction); Loq = 10 µg;
Volumen Muestreo (V) ≥ 2000 l.

Standar 482

Tipo Exposición

(Variable)
DTM > 80% DE

Standar 689



Decision: Una muestra en la jornada (tiempo de muestreo: 480 min.)

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

$$Q = \frac{2000}{480} = 4,17 \frac{l}{min}.$$

*Fracción
respirable
según
UNE-EN 481*

MUESTREADOR	Ciclón Nylon 10 mm	IOM Multidust	PGP-FSP 2	GS-1	SIMPEDS	Ciclón polvo respirable	Ciclón aluminio	GS-3	Ciclón plástico conductor	GK 2.69	PPI			CIP 10R	PGP-FSP 10
Fabricante	PANAMETRICS	SKC	GSM	SKC	CASELLA	BGI	SKC	SKC	SKC	BGI	SKC	SKC	BGI	ARELCO	GSM
Caudal de muestreo (l/min)	1,7	2	2	2	2,2	2,2	2,5	2,75	3	4,2	8	4 y 8	8,5-9	10	10
t min DRX	1176	1000	1000	1000	909	909	800	727	667	476	250	250- 500	222-235	200	200
t min IR (LOQ=3µg)	353	300	300	300	273	273	240	218	200	143	75	75 - 150	67-71	60	60



BOMBAS hasta Q=5 litros/min

BOMBAS $Q \geq 5$ litros/min



Tipo Muestreador: **GK 2.69**
Caudal: **4.2 l/min**



Bomba de Muestreo
Caudal: 0-5 l/min.

Tiempo Muestreo: **480 min.**

Volumen muestreo: **2016 l.**

DTM: **480 min.**

Resultados de la exposición de los trabajadores son
representativos



3. Resultados Exposición Trabajadores

Siguiendo la Estrategia de muestreo, se han tomado **3 mediciones de la exposición** de **3 trabajadores** del GES, en **2 jornadas de trabajo**.

Lugar de trabajo	Muestras: Jornadas 1 y 2	
	Fecha	Concentración SCR (mg/m3)
operaciones1 (Jose M ^a)	14/03/2022	0,008
operaciones 2 (Rubén)	14/03/2022	0,0035
operaciones 3 (Alejandro)	16/03/2022	0,013

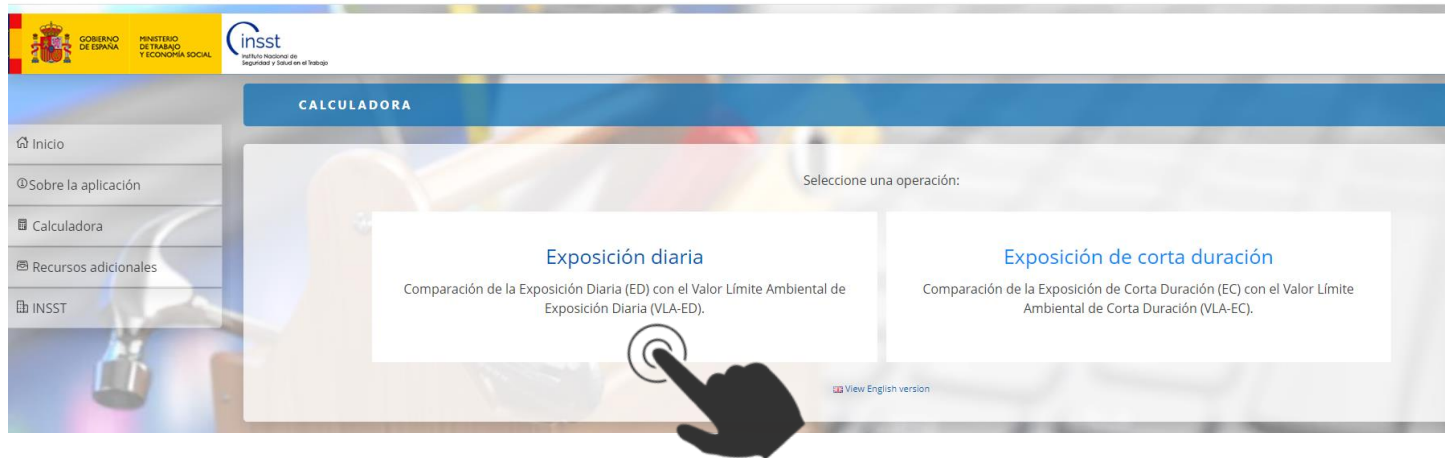
*validos
resultados*

3 resultados. Test Preliminar

CALCULADOR
(Exposición diaria y variable)



4. Evaluación de la exposición diaria



CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Siguiente

Evolución de la Exposición al agente químico durante la jornada laboral:

☒ Variable

☐ Constante



DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA EXPOSICIÓN

opcional

Datos identificativos de la evaluación de la exposición (Opcionales)

Empresa y dirección:

Mármoles San Antonio

Actividad y/o tarea:

Taller de operaciones de acabado con mármol y granito

Localización:

Asturias

Trabajador/GES:

Trabajadores de operaciones de acabado. GES (3 trabajadores)

Técnico responsable:

Txelis

Fecha de inicio:

14/03/2022

Fecha de finalización:

31/03/2022

Otros:

Atrás

Siguiente



ASPECTOS RELEVANTES DEL AGENTE QUÍMICO

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Añada uno o más agentes químicos

Nombre agente	VLA-ED		Tiempo de exposición		LOQ (opcional)	
SCR	0,05	mg/m ³	480	min	0,005	mg/m ³

Añadir agente químico

Atrás **Siguiente**

Atrás **Siguiente**

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Añada muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos:

Jornada 1 ▾

Añadir jornada

Jornada 1

SCR (VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 1 (Jose Maria)

478

min

0,008

mg/m³

Tiempo total de muestreo: 478 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Añade muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos:

Jornada 2 ▼

Añadir jornada

Jornada 2

Eliminar jornada

SCR (VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 2 (Rubén)

480

min

0,0035

mg/m³

Tiempo total de muestreo: 480 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Añada muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos:

Jornada 3 ▾

Añadir Jornada

Jornada 3

Eliminar jornada

SCR (VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 3 (Alejandro)

477

min

0,013

mg/m³

Tiempo total de muestreo: 477 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

TEST PRELIMINAR

Seguridad y Salud en el Trabajo

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Resultado:

[Atrás](#)[Nuevo cálculo](#)[Imprimir](#)

Datos identificativos de la evaluación de la exposición:

Empresa y dirección: Mármoles San Antonio

Actividad y/o tarea: Taller de operaciones de acabado con mármol y granito

Localización: Asturias

Trabajador/GES: Trabajadores de operaciones de acabado. GES (3 trabajadores)

Técnico responsable: Txelis

Fecha de inicio: 14/03/2022 0:00:00 Fecha de finalización: 31/03/2022 0:00:00

Otros:

RESULTADO

Nivel de exposición

NO DECISION

No se puede tomar una decisión acerca de la conformidad de la exposición con el VLA-ED, según las condiciones de conformidad establecidas en la PRUEBA PREELIMINAR para la evaluación de la exposición a agentes químicos en la Norma UNE-EN 689:2019.

Es necesario completar con 3 mediciones adicionales hasta un total de 6 jornadas y aplicar el test estadístico.

Código de recuperación de datos: **5037116**

Datos de partida:

3. Resultados Exposición Trabajadores

Siguiendo la Estrategia de muestreo, se han tomado **3 mediciones más de la exposición** de los **3 trabajadores** del GES. Para completar un total de 6.

Lugar de trabajo	Muestras: Jornadas 4,5 y 6	
	Fecha	Concentración SCR (mg/m3)
operaciones1 (Jose M ^a)	22/03/2022	0,0043
operaciones 2 (Rubén)	23/03/2022	0,011
operaciones 3 (Alejandro)	24/03/2022	0,0065

*validos
resultados*

6 resultados. Test Estadístico

CALCULADOR
(Exposición diaria y
variable)



RECUPERACIÓN DE DATOS INTRODUCIDOS

Código de Recuperación: 5037116

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Evolución de la Exposición al agente químico durante la jornada laboral:

☒ Variable 1 r

☐ Constante 1 r

Código de recuperacion

Éste calculador permite guardar los datos utilizados para la evaluación de un puesto de trabajo y recuperarlos posteriormente con un código. Si dispone de él, introduzca el código de recuperación:

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Añade muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos:

Jornada 4 ▾

Añadir Jornada

Jornada 4

Eliminar jornada

SCR (VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Operaciones de acabado 4 (Jose María)	479 min	0,0043 mg/m ³

Tiempo total de muestreo: 479 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Añada muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos:

Jornada 5 ▾

Añadir Jornada

Jornada 5

Eliminación

SCR (VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 5 (Rubén)

472

min

0,011

mg/m³

Tiempo total de muestreo: 472 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Añada muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos:

Jornada 6 ▾

Añadir Jornada

Jornada 6

Eliminar jornada

SCR (VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 6 (Alejandro)

475

min

0,0065

mg/m³

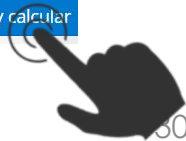
Tiempo total de muestreo: 475 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular



TEST ESTADÍSTICO

Seguridad y Salud en el Trabajo

CALCULADORA

Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Resultado:

[Atrás](#)
[Nuevo cálculo](#)
[Imprimir](#)

Datos identificativos de la evaluación de la exposición:

Empresa y dirección: Mármoles San Antonio

Actividad y/o tarea: Taller de operaciones de acabado con mármol y granito

Localización: Asturias

Trabajador/GES: Trabajadores de operaciones de acabado. GES (3 trabajadores)

Técnico responsable: Txelis

Fecha de inicio: 14/03/2022 0:00:00 Fecha de finalización: 31/03/2022 0:00:00

Otros:

RESULTADO

Nivel de exposición

ACEPTABLE

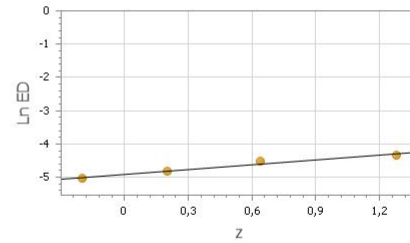
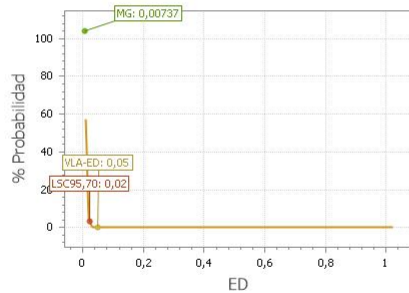
La exposición al agente químico es inferior al VLA-ED, según las condiciones de conformidad establecidas en el TEST ESTADÍSTICO para la evaluación de la exposición a agentes químicos en la Norma UNE-EN 689:2019.

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL	ESTADÍSTICOS	PRUEBA ESTADÍSTICA
W (Shapiro-Wilk) = 0,954 W_{crítico} = 0,788	MG = 0,0074 DSG = 1,618	LSC_{95,70} = 0,02 U_R = 3,98 U_T = 2,187

CALCULADORA

Sugerencia: Realizar nuevas mediciones para evaluar la exposición de una o más jornadas de trabajo en un periodo máximo de 30 meses.

Código de recuperación de datos: **590335**



$$\begin{aligned} \text{Ln ED} &= -4,91022 + 0,48125Z \\ R^2 &= 0,95893 \end{aligned}$$

Datos de partida:

Jornada 1

SCR (VLAED: 0,05 mg/m³, Tiempo de exposición: 480 min, LOQ: 0,005 mg/m³)

Datos de partida:
CALCULADORA

jornada 1

SCR (VLAED: 0,05 mg/m³, Tiempo de exposición: 480 min , LOQ: 0,005 mg/m³)

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Operaciones de acabado 1 (Jose María)	478 min	0,008 mg/m ³
Tiempo total de muestreo:	Exposición Diaria ED	Índice de exposición
478 min	0,00800 mg/m ³	0,16000

jornada 2

SCR (VLAED: 0,05 mg/m³, Tiempo de exposición: 480 min , LOQ: 0,005 mg/m³)

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Operaciones de acabado 2 (Rubén)	480 min	0,0035 mg/m ³
Tiempo total de muestreo:	Exposición Diaria ED	Índice de exposición
480 min	< 0,00350 mg/m ³	< 0,07000

jornada 3

SCR (VLAED: 0,05 mg/m³, Tiempo de exposición: 480 min , LOQ: 0,005 mg/m³)

That's All Folks

THANK YOU FOR
YOUR ATTENTION

