

INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball



ERES
PREVENCIÓN

9 MAR23

ERES LO QUE
CONSTRUYES

FUNDACIÓN
LABORAL
DE LA CONSTRUCCIÓN
Comunidad Valenciana
30 años

Jornada técnica “*Soluciones específicas: ambiente pulvígeno, vibraciones y dispositivos con prevención activa*”

Riesgos por POLVO y VIBRACIONES MECÁNICAS en la Construcción

Bétera, 9 de marzo de 2023

Juan José Puchau Fabado

Jefe de servicio de Organizaciones Saludables del INVASSAT



GENERALITAT
VALENCIANA

INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

Entre la reglamentación específica destaca, sin ánimo de exhaustividad:

CONSTRUCCIÓN

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
- VI Convenio colectivo general del sector de la construcción.

AGENTES QUÍMICOS

- Reglamento (CE) nº 1272/2008 de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas... (Reglamento CLP)
- Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos... (Reglamento REACH)
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

VIBRACIONES MECÁNICAS

- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

EQUIPOS DE TRABAJO (polvo y vibraciones)

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.



POLVO

¿Qué entendemos por polvo?

En general, **partículas sólidas suspendidas** en el aire (aerosol) generadas en **procesos de disgregación mecánica**

A diferencia de otros aerosoles sólidos, que también pueden estar muy presentes en las obras y que pueden tener graves efectos para la salud:

- **FIBRAS** (OMS: $l > 5 \mu\text{m}$; $\varnothing < 3 \mu\text{m}$; $l/\varnothing \geq 3$) → especialmente amianto
- **HUMOS** (combustión o sublimación inversa) → especialmente metálicos (soldadura/oxicorte)



FIBRAS (AMIANTO)



HUMOS METÁLICOS (SOLDADURA ELÉCTRICA AL ARCO)

Estos otros aerosoles no son objeto de esta presentación

Elementos que determinan la peligrosidad del polvo

1. Tamaño de la partícula

UNE-EN 481:

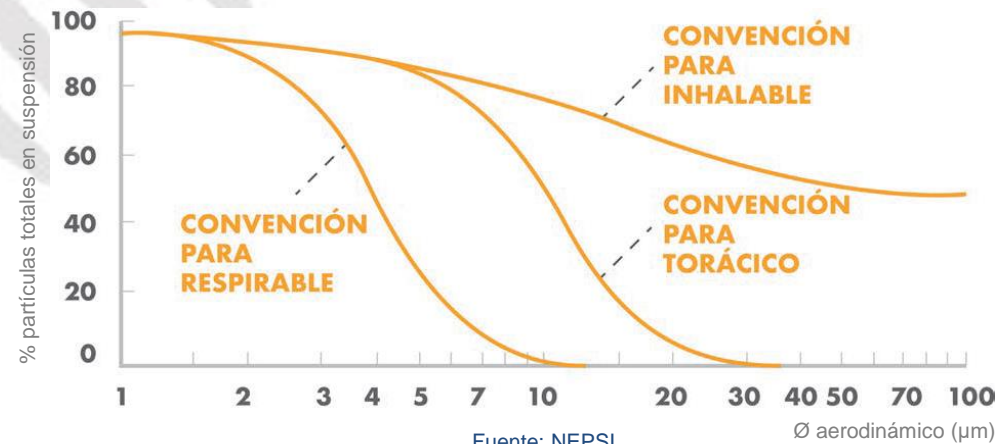
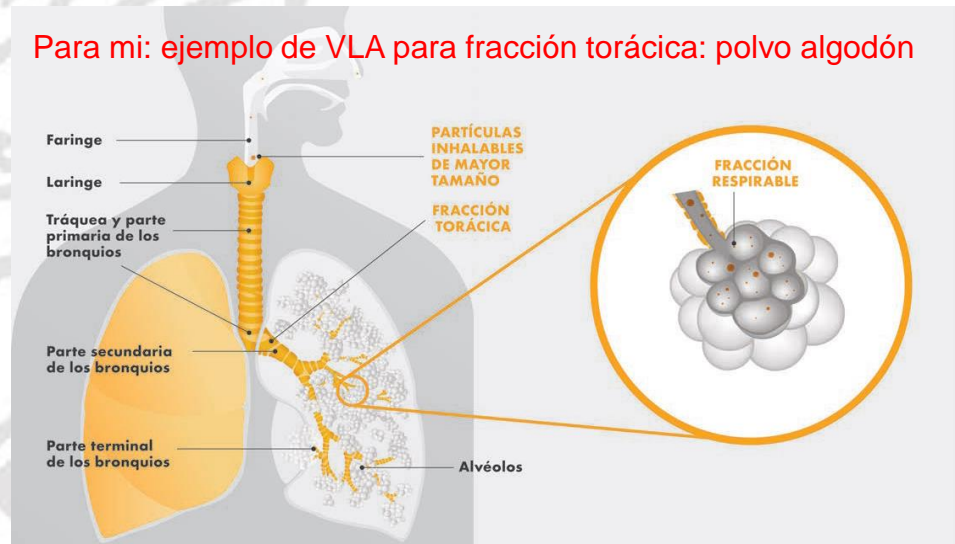
- F. Inhalable (nariz y boca)
- F. Torácica (más allá laringe)
- F. Respirable (vías resp. no ciliadas)



Capacidad de penetración
Permanencia en el ambiente



**Las partículas más pequeñas son
las más peligrosas**



Fuente: NEPSI

Ø aerodinámico (µm)

Elementos que determinan la peligrosidad del polvo

1. Tamaño de la partícula

Pero también...

nanopartículas (1nm = 10⁻⁹ m)



- Presentes en la composición de productos (por ej. en hormigón y cemento: nanotubos carbono, TiO₂, grafeno...)
- Liberadas al usarlos o al aplicar procesos mecánicos



Peligrosidad vinculada a su **pequeño tamaño** y a su capacidad para generar **agregados y aglomerados** que pueden modificar su toxicidad (ej. anatasa TiO₂)

APLICACIONES EN OBRA	PRODUCTO	NANOMATERIAL	PROPIEDADES
ACABADOS Y REVESTIMIENTOS (Pinturas, resinas, elementos cerámicos, etc.)	RECUBRIMIENTOS DE MADERA (interior y exterior)	SiO ₂ Al ₂ O ₃	Resistencia al rayado. Mejora la elasticidad.
		ZnO CeO ₂	Protección de la madera frente a la radiación UV.
		Polímeros de fluorocarbono	Repelente agua, superficies fáciles de limpiar.
		Hidrotalcita en forma de nanoarcilla	Previene la decoloración de madera bloqueando la liberación de taninos.
AISLAMENTOS/CERRAMIENTOS (Ventanas, ladrillos, puertas, etc.)	VENTANAS	Al ₂ O ₃ TiO ₂ SiO ₂	Resistencia al rayado, durabilidad, fácil limpieza, repelente agua/aceite, reducción de los NOx producidos por el tráfico.
		SiO ₂	Resistencia al fuego o al calor, antirreflejo.
		TiO ₂	Anti-empañamiento, resistencia a la suciedad.
		WO ₃	Puede cambiar las propiedades ópticas mediante aplicación de un voltaje externo (electrocromismo), refleja la radiación infrarroja.
		Ag, SiO ₂ , polímeros de fluorocarbono	Auto-limpieza.
INSTALACIONES (Tubos, cableado, paneles solares, calefacción, aire acondicionado, telefonía, etc.)	CELDAS SOLARES	Nanotubos de carbono	Transmisión efectiva de electrones.
		TiO ₂	Generación de energía.
INFRAESTRUCTURAS (Carreteras, ferrocarril, etc.)	ASFALTO, PAVIMENTOS DE CARRETERAS, PANTALLAS ACÚSTICAS Y TUNELES	TiO ₂	Durabilidad, reducción del ruido, reducción de contaminantes del aire. Actividad fotocatalítica en paredes de túneles.
	RECUBRIMIENTOS DE METALES	Nanotubos de carbono. Fibras de polipropileno	Mejora la resistencia al fuego.
		Nanocerámicos y fosfato de Fe, Zn y Mn	Protección contra la corrosión.

APLICACIONES EN OBRA	PRODUCTO	NANOMATERIAL	PROPIEDADES		
ESTRUCTURAS (Hormigón, cemento, acero, etc.)	HORMIGÓN Y CEMENTO	Nanotubos de carbono	Durabilidad, resistencia al agrietamiento.		
		SiO ₂	Refuerzo de resistencia mecánica, reducción de la corrosión y reducción de la permeabilidad al agua.		
		Fe ₃ O ₄	Incremento de la fuerza de compresión, resistencia a la abrasión.		
		TiO ₂	Durabilidad, auto-limpieza, actividad fotocatalítica en exteriores (en investigación para interiores y bajo luz artificial), rápida hidratación, incremento del grado de hidratación.		
		Grafeno	Aumento de impermeabilidad, flexión y plasticidad.		
	ACERO	Cu	Soldabilidad, resistencia a la corrosión.		
		V Mo	Resistencia a la fractura en juntas y tornillos.		
		Mg Ca	Aumenta la dureza en soldaduras, resistencia al desgaste del acero inoxidable.		
		ACABADOS Y REVESTIMIENTOS (Pinturas, resinas, elementos cerámicos, etc.)	MATERIALES CERÁMICOS	Nanotubos de carbono	Mejora las propiedades mecánicas y térmicas.
				SiO ₂	Refrigerante, antirreflejo, resistencia al fuego.
Ag	Actividad biocida.				
PINTURAS	ZnO TiO ₂		Resistencia, actividad fotocatalítica, actividad biocida, auto-limpieza, mantiene la transparencia, hidrofóbico.		
	SiO ₂		Mejora la adhesión, durabilidad.		
ACABADOS Y REVESTIMIENTOS (Pinturas, resinas, elementos cerámicos, etc.)	PINTURAS	Polímeros de fluorocarbono	Repelente agua/grasa.		
		Nanotubos de carbono y nanoarcillas	Mejora la resistencia al fuego.		
		Grafeno	Durabilidad, resistencia, actividad fotocatalítica, actividad biocida.		

Nanomateriales utilizados o en estudio para ser aplicados en el sector de la Construcción (INSSBT, 2017)

Elementos que determinan la peligrosidad del polvo

2. Naturaleza tóxica

La peligrosidad del polvo dependerá de la gravedad de los efectos para la salud asociados a las sustancias que lo constituyen (agentes químicos). También hay que tener en cuenta si se admite relación-dosis efecto:

Concretamente:

- A mayor gravedad de los efectos → mayor peligrosidad
- Si no pueden establecerse umbrales de seguridad (ej. cancerígenos o mutágenos), **no pueden conseguirse exposiciones seguras (solo probabilidades bajas)** → es más fácil que se produzcan situaciones peligrosas y estas son más difíciles de controlar.



Elementos que determinan la peligrosidad del polvo

3. Propiedades fisicoquímicas

La materia particulada procedente de sólidos combustibles (metales finamente divididos, madera...) puede generar polvo con capacidad para formar atmósferas explosivas.

- En obra, esta faceta del polvo (incendios y explosiones) debe tenerse en cuenta **especialmente en espacios confinados o en interiores.**
- Los **nanomateriales en forma de polvo**, especialmente los polvos metálicos, presentan mayor riesgo de explosividad e inflamabilidad que el mismo material en la escala macro [INSST]

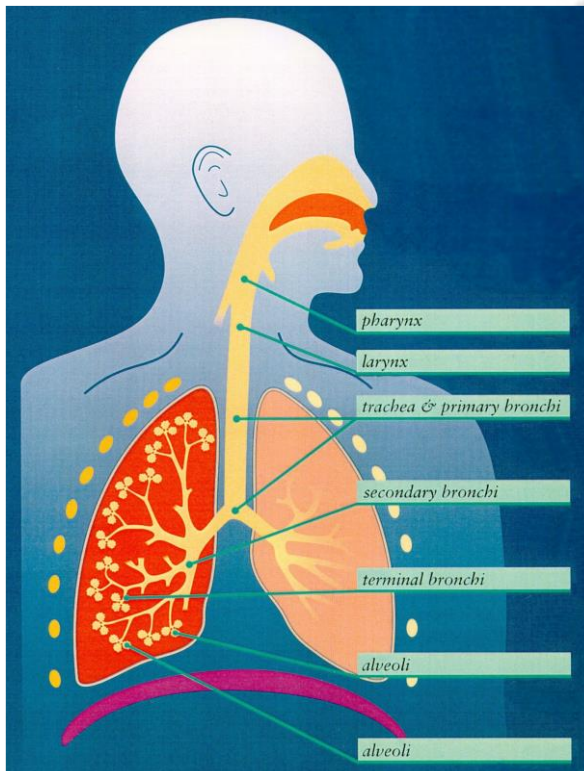
Inflamabilidad/explosividad del polvo: principales parámetros

Granulometría • Concentración mínima explosiva • Energía mínima de ignición • Temperatura de ignición en capa • Temperatura de ignición en nube • Presión máxima de explosión • Constante de explosividad (Kst) • Resistividad /conductividad eléctrica • Concentración límite de oxígeno • Susceptibilidad /estabilidad térmica

Efectos sobre la salud derivados de la exposición a polvo

Dependiendo de la naturaleza del polvo y de las características de la exposición (tipo, nivel y duración), pueden producirse daños sobre:

1 Sistema respiratorio (son los daños más habituales e importantes)



Fuente: NEPSI

- Neumoconiosis benigna (polvos inorgánicos inertes) → neumopatías (ej. siderosis por polvo o humos de hierro metálico y óxido de hierro)
- Neumoconiosis (partículas minerales) → daños irreversibles en el tejido funcional del pulmón (fibrosis: silicosis, asbestosis, talcosis, caolinosis...). Muy discapacitante y potencialmente mortal.
- Cáncer (pulmones, pleura, nariz) → distintos agentes carcinógenos
- Irritación del tracto respiratorio, asma...

Efectos sobre la salud derivados de la exposición a polvo

2 Piel y ojos

- Lesiones oculares por contacto directo, que pueden ir desde irritación (ej. yeso, cal) hasta otras lesiones graves como quemaduras (ej. cemento Portland)
- Irritación de la piel, al manipular directamente materiales pulverulentos
- Dermatitis irritativas y alérgicas, por contacto prolongado (con cementos la sensibilización suele deberse a metales, como Cr VI, o resinas, como epoxi)
- Quemaduras (contacto prolongado de cemento con piel húmeda)



Eczema irritativo dorso mano. Fuente: INSST



Eczema irritativo forma aguda. Fuente: INSST

Algunos polvos de interés en la construcción

POLVO DE SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE (SCR)

La SC está muy presente en obra, especialmente en forma de cuarzo. Puede encontrarse:

- En los materiales preexistentes (incluido el propio terreno)
- En la composición de multitud de materiales constructivos utilizados (ladrillos, hormigón, cemento...) u otros materiales empleados en ciertos procesos (abrasivos en chorreado con arena)

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	ORIGEN DE LA SC EN SU COMPOSICIÓN
Áridos	Arena, grava, cualquier otra piedra triturada de las mencionadas (1)
Materiales cerámicos (tejas, azulejos, baldosas, ladrillos)	Arcilla
Cemento y mezcla de cementos	Arcilla, piedra caliza, humo de sílice, esquistos calcinados, cenizas, clínker, puzolanas, aditivos.
Mortero	Arcilla, piedra caliza (debido al cemento), junto con la arena
Hormigón	Arcilla, piedra caliza (debido al cemento), junto con arena/gravilla/grava (1)
Piedra natural	Aditivos (humos de sílice) (1)
Balasto	Según art. 2.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios de 2006, las rocas para la extracción del balasto serán de naturaleza silíceas y, preferentemente, de origen ígneo o metamórfico.
Mezclas bituminosas/mezcla grava-cemento	En función de la procedencia de los áridos utilizados

(1) Las posibles distintas naturalezas de la piedra originan un amplio rango de contenido en sílice cristalina.

CONTENIDO EN SÍLICE CRISTALINA DE ALGUNAS ROCAS Y ÁRIDOS	
Fuentes minerales	% de SC
Piedra caliza	Normalmente inferior al 1%
Mármol	Hasta el 5%
Basalto	Hasta el 5%
Dolerita	Hasta el 15%
Granito	Hasta el 30%
Pizarra	Hasta el 40%
Esquisto	40-60%
Gravilla	Superior al 80%
Arena y arenisca	Superior al 90%
Sílex	Superior al 90%
Cuarcita	Superior al 95%

En la obra, el polvo de SCR se generará fundamentalmente en aquellas actividades que sometan a los materiales (minerales) a procesos de disgregación mecánica (corte, perforación, trituración, rozamiento...) o que ponga en suspensión partículas respirables (movimiento tierras, circulación de vehículos...)

Actividades y operaciones de obra más importantes, en relación con la SCR

ACTIVIDAD/FASE	OPERACIÓN	ACTIVIDAD/FASE	OPERACIÓN
ÁRIDOS	Clasificación, trituración y molienda	MONTAJE ELEMENTOS PREFABRIC. (PLADUR)	Mecanizado y ajuste de paneles
PERFORACIÓN Y VOLADURA	Perforación		Lijado (pasta de juntas)
	Voladura	EQUIPAMIENTO DE ENCIMERAS	Ajuste de aglomerados de cuarzo
DEMOLICIONES	Demolición, excavación, ripado, trituración, fragmentación	OBRA CIVIL: ACERAS Y ZANJAS	Excavación y extracción de material en hincas de tuberías
	Hidrodemolición	OBRA FERROVIARIA	Operaciones con balasto
	Fresado	CONSERVACIÓN DE CARRETERAS. MANTENIM.	Desbroce
	Vaciado/retirada escombros, carga descarga materiales	TRANSPORTE MEDIANTE CAMIÓN	Carga y descarga de materiales
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	Chorreado		Circulación de los camiones por los viales de obra
CORTES	Mecanizado y corte de materiales con equipos portátiles	LIMPIEZA DE OBRA Y SUPERFICIES	Limpieza mediante medios mecánicos
MOVIMIENTO TIERRA Y ACONDIC. DEL TERRENO	Extendido		Limpieza mediante medios manuales
	Compactación	PREPARADO DE MATERIALES EN OBRA	Preparado de mortero
ESTABILIZACIÓN TALUDES O DESMONTES	Gunitado		Preparado de hormigón
	Hidrosiembra		
ESTRUCTURAS, FACHADAS Y PARTICIONES, REVESTIMIENTOS	Elaboración de rozas, aberturas o canalizaciones		
	Revoco, enlucido, enfoscado o estuco		
	Pulido de pavimentos y superficies		

A nivel técnico, entendemos que las operaciones o procesos de mayor riesgo son las que generan **FRACTURAS RECIENTES** en el material (corte, trituración...), por su influencia en las características superficiales de las partículas de SCR (distribución superficial de los grupos silanol) y por tanto en su toxicidad.

A nivel reglamentario, no se hace ninguna distinción entre las partículas de SCR

Algunos ejemplos:



DEMOLICIONES



PLANTA HOMIGÓN EN OBRA



CORTE HOMIGÓN

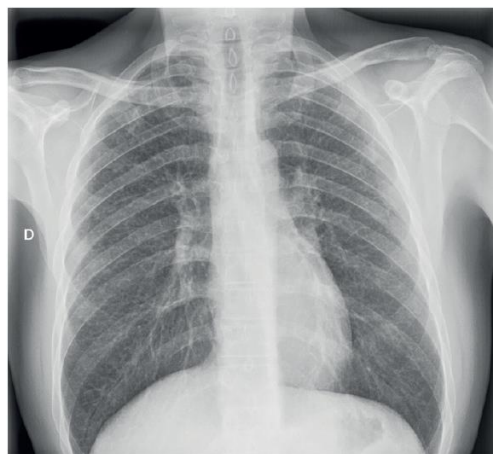


Video: retirada balasto (obra ferroviaria)

Efectos sobre la salud

Existen dos enfermedades profesionales reconocidas (RD 1299/2006 → Cuadro EEPP):

- ❑ **SILICOSIS** → la más frecuente → neumoconiosis fibrótica (irreversible e incurable)
- ❑ **CÁNCER DE PULMÓN** (inespecífico) → no es requisito previo la silicosis



RX tórax silicosis simple (Fuente: INS)



RX tórax silicosis complicada (Fuente: INS)



RX tórax cáncer de pulmón (Fuente: INS)

Se han descrito interacciones entre sílice/silicosis con otras enfermedades (INS, 2022):

- Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)
- Tuberculosis
- Enfermedades autoinmunes y del colágeno (como artritis reumatoide, esclerodermia, enfermedad renal crónica)

Finalmente debe tenerse en cuenta que este agente dispone de valor límite reglamentario (anexo III del RD 665/1997) → **VLA-ED = 0,05 mg/m³** (fracción respirable)

Nombre del agente	N.º CE (1)	N.º CAS (2)	Valores límite						Observaciones	Medidas transitorias
			De exposición diaria (3)			De corta duración (4)				
			mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/ml (7)	mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/ml (7)		
Polvo respirable de sílice cristalina.	-	-	0,05 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	Valor límite: 0,1 mg/m ³ hasta el 31 de diciembre de 2021.	

Anexo III RD 665/1997



POLVO DE MADERA

También la madera es un material muy ampliamente utilizado en la construcción. De hecho, en la Unión Europea este sector es el que cuenta con un mayor número de personas trabajadoras expuestas a polvo de madera.

Tabla 5

Estimación del número de trabajadores expuestos a polvo de madera en la Unión Europea (UE25) según el proyecto Woodex

Sector productivo	Estimación del número de trabajadores expuestos	Porcentaje del total de la población trabajadora	Número de expuestos a >5 mg/m ³
Construcción	1.200.000	33	254.000
Fabricación de muebles	713.000	20	86.500
Carpintería	330.000	9	42.000
Aserraderos	196.000	5	20.000
Silvicultura	148.000	4	<100
Fabricación de otros productos de madera	97.000	2,7	15.500
Fabricación de tableros de madera	92.000	2,6	8.400
Fabricación de contenedores de madera	57.000	1,6	8.600
Construcción de buques y barcos	31.000	0,9	9.600
Resto de empleos	709.000	19,9	118.000
Total	3,6 millones	--	563.000

Dos tipos de maderas: **DURAS** y **BLANDAS**.

Distinción botánica → No se refiere a las características físicas de densidad o dureza sino al sistema reproductivo de las plantas: gimnospermas (blandas) y angiospermas (duras) - *Listado en apéndice 4 Guía técnica cancerígenos o mutágenos (INSST, 2022).*



M. BLANDA: Ej. coníferas (pinos, abetos, cedros...)



M. DURA: Ej. árboles hoja caduca (chopo, haya, roble...)

En principio distinguimos entre los dos polvos (de maderas duras y blandas). Ahora bien, si se mezclan consideraremos todo el polvo presente en la mezcla como de maderas duras

Polvo de maderas duras.

Reglamentariamente considerado **agente carcinógeno** (anexo I RD 665/1997) puede producir **cáncer de la cavidad nasal y de los senos paranasales** (la EP reconocida, recogida en el RD 1299/2006, es “*Neoplasia maligna de cavidad nasal*”)

VLA reglamentario (anexo III del RD 665/1997) → **VLA-ED = 2 mg/m³** (fracción inhalable)

Nombre del agente	N.º CE (1)	N.º CAS (2)	Valores límite						Observaciones	Medidas transitorias
			De exposición diaria (3)			De corta duración (4)				
			mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/ml (7)	mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/ml (7)		
Polvo de maderas duras.	-	-	2 ⁽⁸⁾	-	--	-	-	-	-	Valor límite: 3 mg/m ³ hasta el 17 de enero de 2023.

Anexo III RD 665/1997



La mayor cantidad de polvo se producirá en las operaciones mecánicas sobre la madera seca (corte, lijado, etc.)

El uso de la madera en la construcción está muy extendido: encofrados, protecciones colectivas, instalación de mobiliario y suelos de madera, como sistema constructivo (estructuras de madera en edificios), etc.

¿Y qué pasa con el polvo de maderas blandas?.

No tiene consideración reglamentaria de agente cancerígeno

VLA no reglamentario (documento LEP 2023) → **VLA-ED = 2 mg/m³** (fracción inhalable)

Nº CE	Nº CAS	AGENTE QUÍMICO (año de incorporación o de actualización)	VALORES LÍMITE		NOTAS	INDICACIONES DE PELIGRO (H)
			VLA-ED [®] ppm mg/m ³	VLA-EC [®] ppm mg/m ³		
		Maderas blandas, polvo (2021)	3		md, véase Capítulo 9	

Documento LEP 2022 (INSST)

Sin embargo...

International Agency for Research on Cancer
World Health Organization

IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans

NEWS MEETINGS CLASSIFICATIONS PUBLICATIONS PRE

You are here: Home / List of classifications, Volumes 1–123

LIST OF CLASSIFICATIONS, VOLUMES 1-123

List of classification
List of classification

Year of publication in print; if published in electronic format

Search

CAS No.	Agent	Group	Volume	Year
	Biomass fuel (primarily wood), indoor emissions from household combustion of	2A	95	2010
	Furniture and cabinet making (see Wood dust)		25, Sup 7	1987
	Wood dust	1	62, 100C	2012

Wood smoke (see Biomass fuel, indoor emissions from household combustion)

194 IARC MONOGRAPHS VOLUME 62

Exposure to wood dust may cause cellular changes in the nasal epithelium. Increased frequencies of cuboidal metaplasia and dysplasia were found in some studies of workers exposed to dust from both hardwood and softwood. These changes can potentially progress to nasal carcinoma.]

Impaired respiratory function and increased prevalences of pulmonary symptoms and asthma occur in workers exposed to wood dust, especially that from western red cedar.

There is little reliable information on the effects of wood dusts on the respiratory tract of rodents. One study *in vitro* showed that various wood dusts are cytotoxic and can induce drug metabolizing enzymes.

Constituents of beech that can be extracted with polar organic solvents are genotoxic, as demonstrated by the induction of point mutations in bacteria, DNA single-strand breaks in rat hepatocytes *in vitro* and micronuclei in rodent tissues *in vivo*. Extracts of oak wood showed similar activity, but fewer data were available. Extracts of spruce, the only softwood tested, gave consistently negative results.

5.5 Evaluation¹

There is sufficient evidence in humans for the carcinogenicity of wood dust.
There is *inadequate evidence* in experimental animals for the carcinogenicity of wood dust.

Overall evaluation²

Wood dust is carcinogenic to humans (Group 1).

¿Y qué pasa con el polvo de maderas blandas?.

No tiene consideración reglamentaria de agente cancerígeno

VLA no reglamentario (documento LEP 2023) → **VLA-ED = 2 mg/m³** (fracción inhalable)

Nº CE	Nº CAS	AGENTE QUÍMICO (año de incorporación o de actualización)	VALORES LÍMITE		NOTAS	INDICACIONES DE PELIGRO (H)
			VLA-ED [®] ppm	mg/m ³		
		Maderas blandas, polvo (2021)		3	md, véase Capítulo 9	

Documento LEP 2022 (INSST)

Sin embargo...

194

IARC MONOGRAPHS VOLUME 62

“Si bien la evidencia ha demostrado claramente la carcinogenicidad del polvo de maderas duras, es preciso añadir que hay pocos estudios que evalúen específicamente los efectos según las especies de árbol. **Existe, por tanto, cierta dificultad para aclarar si estos efectos son atribuibles de forma exclusiva al polvo de maderas duras o si son el resultado de la exposición al polvo de ambos tipos de madera**”.

Guía Técnica RD 665/1997. Apéndice 4 (INSST, 2022)

Wood smoke (see Biomass fuel, indoor emissions from household combustion)

Wood dust is carcinogenic to humans (Group 1).

Otros aspectos importantes a tener en cuenta:

1 Otros efectos de la exposición al polvo de madera

También puede provocar **otras patologías respiratorias** (obstrucción nasal, sangrado nasal y rinitis, asma, fibrosis pulmonar y prolongación de la duración de los resfriados); **afecciones cutáneas** (eczema o dermatitis) y **oculares** (conjuntivitis) [INSST, 2021].

Además, puede incorporar múltiples sustancias nocivas [INFOCARQUIM]:

- Propias de la madera: resinas, alcaloides, hongos, bacterias...
- Aplicadas por el hombre: antifúngicos, insecticidas, barnices, pinturas...

2 Tableros de aglomerados de madera



- Pueden estar compuestos por varios tipos de maderas, virutas e incluso restos procedentes de los embalajes.
- Generalmente, el usuario desconoce su composición.
- Las resinas con las que se fabrican la mayoría, suelen contener formaldehído



Preciso solicitar composición al fabricante o suministrador (art. 41 LPRL y art. 3.1a RD 374/2001)

OTROS POLVOS

NANOMATERIALES.

Los efectos más importantes que se han encontrado a nivel pulmonar incluyen inflamación, daños a los tejidos y fibrosis o generación de tumores. También pueden afectar al sistema cardiovascular. Los más peligrosos son los que presentan estructuras similares a fibras de amianto (como algunos nanotubos de carbono)

POLVOS NO ESPECÍFICOS

Materia particulada insoluble o poco soluble, sin VLA específico y de toxicidad baja

N° CE	N° CAS	AGENTE QUÍMICO (año de incorporación o de actualización)	VALORES LÍMITE				NOTAS	INDICACIONES DE PELIGRO (H)
			VLA-ED [®]		VLA-EC [®]			
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³		
		Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma. Fracción inhalable		10			c, o, e	
		Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma. Fracción respirable		3			c, o, d, e	

METALES.

La exposición suele estar asociada a operaciones de soldadura y oxicorte → **humos metálicos** → partículas en forma de **óxidos de los metales** involucrados.

Pero también puede deberse a otros procesos:

- Aplicación de pinturas que contengan metales (especialmente por proyección)
- Corte, mecanizado... de elementos metálicos (carpintería metálica, estructuras...)
- Limpieza, tratamiento de elementos metálicos (rehabilitaciones, restauración...)
- Aserrado y mecanizado de maderas tratadas
- ...



Pueden producir efectos:

- De tipo crónico sobre órganos específicos (en función del agente: riñones, huesos, hígado, sangre...) y sobre el sistema respiratorio (rinoconjuntivitis, asma, fibrosis...)
- Irritantes sobre el tracto respiratorio
- Destacan:
 - Carcinogenicidad (cromo VI, berilio, cadmio, níquel, arsénico)
 - Reprotoxicidad (plomo)
 - Sensibilización (sobre todo respiratoria → asma: aluminio, cromo)

Control del polvo

1 SUSTITUCIÓN

Cuando sea posible. Especialmente con cancerígenos (RD 665/1997)

De los **materiales** (chorreado mediante abrasivos sin SC, cementos, madera blanda...) o de los **procesos**

POSIBLES SUSTITUTOS DE LA SÍLICE CRISTALINA PARA EL CHORREADO CON ABRASIVOS

Alúmina	Cuentas de vidrio	Granalla de acero angular
Granalla de aluminio	Plástico de melamina	Granalla fina de acero
Policarbonato ambiente	Novaculita	Plástico de urea
Huesos de albaricoque	Olivino (silicato de magnesio y hierro)	Cáscaras de nuez
Carbonato cálcico	Policarbonato	Grano de trigo
Zuros	Carburo de silicio	Óxido de aluminio blanco
Policarbonato criogénico	Granalla fundida inoxidable	Circón
Granate abrasivo	Alambre de acero de corte	

2 LIMPIEZA Y VENTILACION DE LA ZONA DE TRABAJO

Especialmente importante para trabajos en interiores

Con polvos carcinógenos, delimitación y aislamiento de la zona en lo posible

3 MÍNIMO Nº POSIBLE DE OPERACIONES DE MECANIZADO EN OBRA

Piezas y elementos ya preparados (precortados, premontados, etc.)

4 EQUIPOS PARA CORTE, LIJADO, PULIDO, PERFORACIÓN...

Siempre que sea posible mediante sistemas húmedos. Si no es posible o insuficiente deberán emplearse sistemas de extracción de polvo

Los equipos portátiles que trabajen en seco deberán disponer de una unidad de extracción de polvo (clase H según UNE-EN 60335-2-69 si cancerígenos) y siempre que sea posible trabajar a baja velocidad.



TRABAJO EN VÍA HÚMEDA

5 EQUIPOS MÓVILES (MOV. TIERRAS, EXCAVACIONES...)

Cabinas **cerradas, presurizadas** y dotadas de **sistemas de filtración** eficaces

Programas de mantenimiento de estos sistemas

Programas de limpieza en el interior (aspiración)

VIALES: regado, pulverización... agua; uso agentes humectantes, separación puestos



6 HIGIENE PERSONAL, ROPA DE TRABAJO, DESCONTAMINACIÓN (tener en cuenta art. 6 RD 665/1995)

Instalaciones y protocolos para acceso y descontaminación del personal expuesto

Tránsito por diferentes zonas de la obra

Limpieza y descontaminación ropa de trabajo

Cuando la exposición no se puede controlar suficientemente... EPI

(EPR → adecuado al nivel de riesgo y al ajuste)



**VIBRACIONES
MECÁNICAS**

¿Qué entendemos por vibración mecánica?

En general, una vibración mecánica puede describirse como el **movimiento de un cuerpo sólido alrededor de su posición de equilibrio sin que se produzca desplazamiento “neto” del objeto que vibra** (NTP 839)

Se transmite a la parte del cuerpo que entra en contacto con el objeto que vibra

A efectos del Real Decreto 1311/2005 se distinguen dos tipos (art. 2):

- ❑ **Vibración transmitida al sistema mano-brazo:** *Vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, **problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.***
- ❑ **Vibración transmitida al cuerpo entero:** *Vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, **lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.***



Origen de la exposición en las obras

VIBRACIONES MANO-BAZO (VMB)

Generalmente su origen está en las **herramientas portátiles** (ej. taladros, martillos neumáticos, desbrozadoras, amoladoras manuales, sierras, etc.) o en **máquinas guiadas manualmente** (ej. fratasadoras, rodillos y pisones compactadores manuales, etc.). Pero no sólo...



VIBRACIONES CUERPO ENTERO (VCE)

Fundamentalmente asociadas a la **conducción de maquinaria móvil que no circula por carreteras convencionales** (ej. dumpers, carretillas elevadoras, retroexcavadoras, camiones...), a través del asiento y su respaldo, así como al **trabajo de pie sobre un equipo vibrante** (ej. plataformas elevadoras, plataformas vibrantes...) a través de los pies.



En ocasiones puede existir exposición simultánea a ambos tipos de vibraciones



USO DE VIBRADORES MANUALES (VMB) SOBRE CARRO DE ENCOFRADO (PLATAFORMA VIBRANTE - VCE)

Efectos de las vibraciones mecánicas

VIBRACIONES MANO-BRAZO	VIBRACIONES CUERPO ENTERO
<p><i>Afecciones osteoarticulares</i> Ostonecrosis del escafoides Necrosis del semilunar Artrosis hiperostósante del codo</p> <p><i>Afecciones neurológicas</i> Neuropatía periférica de predominio sensitivo</p> <p><i>Afecciones vasculares</i> Fenómeno de Raynaud Síndrome del martillo hipotenar</p> <p><i>Alteraciones musculares</i> Dolor Entumecimiento Rigidez Disminución de la fuerza muscular</p>	<p><i>Afecciones de la columna vertebral</i> Discopatías dorsolumbares Lumbalgias Ciática</p> <p><i>Otras alteraciones</i> Digestivas Vasculares periféricas (hemorroides, varices) Esfera reproductiva (abortos espontáneos, desórdenes menstruales)</p>

RD 1299/2006 - ANEXO 1

Cuadro de enfermedades profesionales (EXTRACTO: GRUPO 2 – Agentes físicos- Agente B)

Grupo	Agente	Sub-agente	Acti- vidad	Código	Enfermedades profesionales con la relación de las principales actividades capaces de producirlas
	B				Enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas provocadas por las vibraciones mecánicas:
		01			Afectación vascular
			01	2B0101	Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras, pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.

Actualmente en nuestro país **solo se reconocen como EEP las producidas por VIBRACIONES MANO BRAZO**. En el futuro podrían incluirse también las de cuerpo entero (Anexo 2 Cuadro EEP)

		02			Afectación osteoarticular
			01	2B0201	Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras, pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.
			02	2B0202	Utilización de remachadoras y pistolas de sellado.
			03	2B0203	Trabajos que exponen al apoyo del talón de la mano de forma reiterativa, percutiendo sobre un plano fijo y rígido, así como los choques transmitidos a la eminencia hipotenar por una herramienta percutante.

RD 1299/2006 - ANEXO 2

Lista complementaria de enfermedades cuyo origen profesional se sospecha y cuya inclusión en el cuadro de enfermedades profesionales podría contemplarse en el futuro (EXTRACTO: GRUPO 2 – Agentes físicos)

Lista	Grupo	Agente	Código	Descripción
	2			Enfermedades provocadas por agentes físicos:
		01	C201	Enfermedades provocadas por vibraciones verticales repetitivas: Discopatías de la columna dorsolumbar causadas por vibraciones verticales repetidas de todo el cuerpo.
		02	C202	Enfermedades provocadas por el frío.

RIESGO SOBRE EL EMBARAZO

RD 39/1997 - ANEXO VII

Lista no exhaustiva de agentes, procedimientos y condiciones de trabajo que pueden influir negativamente en la salud de las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural, del feto o del niño durante el período de lactancia natural

A. Agentes.

1. Agentes físicos, cuando se considere que puedan implicar lesiones fetales o provocar un desprendimiento de la placenta, en particular:
 - a) Choques, **vibraciones** o movimientos.
 - b) ...

OTROS POSIBLES EFECTOS DE LAS VIBRACIONES

- Interferencia con las funciones periféricas motoras (ej. produciendo **movimientos corporales involuntarios**)
- Interferencia con las funciones periféricas sensoriales (ej. produciendo **visión borrosa, oscilación de la imagen** en la retina ...)
- Interferencia en procesos cognitivos que afectan al rendimiento (**motivación, ansiedad** o **nivel de activación** y además puede **distraer la atención**)
- Inducción de fatiga

Factores laborales de riesgo:

- Magnitud de la vibración (aceleración)
 - Espectro de frecuencias (frecuencias de interés):
 - **VMB** → 8-1000 Hz (Bandas octava UNE-EN ISO 5349-1)
 - **VCE** → 0,5 Hz y 80 Hz (UNE-EN ISO 2631-1)
 - Dirección que incide en el cuerpo (ejes ortogonales de ref.)
 - Tiempo de exposición
- EXPOSICIÓN A(8)**
- Ambiente térmico → FRÍO y HÚMEDO
 - Posturas (fijas o forzadas, con torsiones frecuentes); movimientos repetitivos; agarre con fuerza
 - Estado pavimento y características vehículo (VCE)

Valores de referencia

	VALOR LÍMITE (PARA EXPOSICIÓN DIARIA 8 h)	VALOR QUE DA LUGAR A UNA ACCIÓN (PARA EXPOSICIÓN DIARIA 8 h)
VMB	5 m/s ²	2,5 m/s ²
VCE	1,15 m/s ²	0,5 m/s ²

Además, debería tenerse en cuenta:

- ❑ Las características de los equipos y maquinaria:
 - Estado de mantenimiento
 - Sus niveles propios de vibración → manual instrucciones indicará:
 - Máquinas portátiles y guiadas a mano** → Valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de $2,5 \text{ m/s}^2$. Cuando este valor no exceda de $2,5 \text{ m/s}^2$, se deberá mencionar este hecho (RD 1644/2008, Anexo I.2.2.1.1)
 - Máquinas móviles** → Valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de $2,5 \text{ m/s}^2$. Cuando este valor no exceda de $2,5 \text{ m/s}^2$, se deberá mencionar este hecho. El valor cuadrático medio más elevado de la aceleración ponderada a la que esté expuesto todo el cuerpo, cuando este valor exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$. Cuando este valor no exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$, se deberá mencionar este hecho. (RD 1644/2008, Anexo I.3.6.3.1)
- ❑ El método de trabajo
- ❑ La formación e información recibida por la persona trabajadora
- ❑ El estado de salud y características fisiológicas de la persona trabajadora

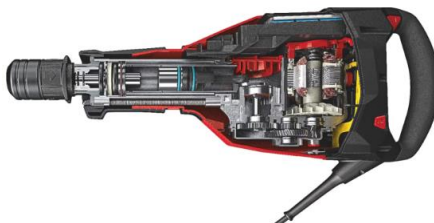
Control de la exposición a vibraciones mecánicas

1 SUSTITUCIÓN (equipos / métodos de trabajo)

Ejemplos:

- Utilización de métodos de **oxicorte y otros métodos de corte** en lugar de cinceles neumáticos o amoladoras portátiles (UNE-CEN/TR 1030-2:2021 IN).
- Utilización de técnicas **hidráulicas** en lugar de neumáticas, de impulsos o de remachado (UNE-CEN/TR 1030-2:2021 IN).

2 SELECCIÓN EQUIPOS TRABAJO (con menor nivel de vibraciones)



Sistemas de subchasis

Integrado en herramientas como el cincel TE 1000-AVR, este sistema permite aislar el motor de la carcasa exterior mediante un sistema de suspensión. Esto absorbe las vibraciones que, de otro modo, se transmitirían directamente al usuario.



Amortiguadores de vibraciones

Los contrapesos oscilan para contrarrestar las vibraciones en martillos perforadores como el TE 50-AVR, reduciendo las vibraciones que llegan a las manos del operario.



Asas desacoplados

Separan la parte vibratoria de la herramienta del usuario en las taladradoras de percusión como la TE 60-ATC-AVR, que también tiene un amortiguador de vibraciones integrado.

3 ACTUACIÓN SOBRE LOS EQUIPOS

Ejemplos: Vehículos → mejorando la capacidad del asiento para absorber las vibraciones

Máquinas portátiles → adquiriendo equipo auxiliar que reduzca el riesgo (recubrimiento de mangos, empuñaduras anti vibraciones...)

Y, por supuesto, programas adecuados de mantenimiento.

4 DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN → medidas organizativas

5 MEDIDAS PROTECCIÓN FRENTE AL FRÍO Y HUMEDAD

Incluido el suministro de ropa adecuada.

Cuando la exposición no se puede controlar suficientemente... EPI

Guantes antivibratorios:

- Conforme UNE-EN ISO 10819
- No proporcionan gran atenuación $f < 150$ Hz
- Puede incrementar vibración (baja f) y esfuerzo agarre



Gracias por vuestra atención

www.invassat.gva.es

Síguenos en las redes



INVASSAT 2.0

El INVASSAT en las redes sociales