

Evaluación de riesgos higiénicos en una empresa de construcción

Xavier Guardino Solà

PID_00186826



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos y transmitirlos públicamente siempre que citéis el autor y la fuente (FUOC. Fundació para la Universitat Oberta de Catalunya), no hagáis de ellos un uso comercial y ni obra derivada. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índice

Introducción	5
1. Presentación	9
2. Exposición a amianto	11
2.1. Introducción	11
2.2. Plan de trabajo	12
2.3. Evaluación de la exposición a amianto durante la operación de retirada de la cubierta	16
3. Exposición a isocianatos	19
3.1. Introducción	19
3.2. Efectos sobre la salud de los isocianatos	20
3.3. Determinación de MDI en aire durante la aplicación de espuma de poliuretano como aislante	20
4. Riesgos higiénicos en las operaciones de soldadura	23
4.1. Introducción	23
4.2. Riesgos para la salud	24
4.3. Evaluación de riesgos higiénicos	25
5. Exposición a polvo en la obra	28
5.1. Introducción	28
5.2. Riesgos para la salud	28
5.3. Evaluación y control de la exposición a polvo	30
5.3.1. Demolición del edificio existente en el solar después de haberse retirado la cubierta de fibrocemento	30
5.3.2. Movimientos de tierras y pilotaje	31
5.3.3. Descargas de materiales variados	32
5.3.4. Operaciones de limpieza y recogida de residuos de la obra	32
5.3.5. Muestreo en el interior de las viviendas durante las operaciones de alzamiento de muros y tabiques, enyesado, pavimentación, colocación de instalaciones, pintado y limpieza final	33
6. Riesgos higiénicos en las operaciones de pintado	34
6.1. Introducción	34
6.2. Pinturas empleadas en la obra	34
6.3. Riesgos para la salud	34
6.4. Medias preventivas y de protección	35

7. Exposición a ruido en la obra	36
7.1. Introducción	36
7.2. El ruido en la obra	36
7.3. Medición de ruido	37
7.4. Valores de referencia	38
7.5. Resultados obtenidos	39
7.5.1. Dumper	39
7.5.2. Martillo picador	39
7.5.3. Radial	40
7.5.4. Sierra circular de mesa	41
7.5.5. Trabajadores	42
7.6. Atenuación del ruido	42
8. Exposición a vibraciones en la obra	44
8.1. Introducción	44
8.2. Efectos sobre la salud	44
8.2.1. Vibraciones de cuerpo entero	44
8.2.2. Vibraciones mano-brazo	44
8.2.3. Factores que afectan a los daños causados por las vibraciones	45
8.3. Evaluación de la exposición a vibraciones	45
8.3.1. Valores de referencia	46
8.3.2. Equipos de medida	47
8.3.3. Medición de vibraciones de cuerpo entero y mano- brazo	47
8.4. Evaluaciones en la obra	47
8.4.1. Dumper. Cuerpo entero	47
8.4.2. Retroexcavadora. Cuerpo entero	48
8.4.3. Sierra radial. Mano-brazo	48
8.4.4. Taladro. Mano-brazo	48
8.5. Control de las vibraciones de cuerpo entero	49
8.6. Control de las vibraciones mano-brazo	49
9. Otros riesgos	50
Actividades	53
Anexo	65

Introducción

El sector de la construcción es uno de los más complejos dentro del mundo del trabajo por una serie de razones que resumimos a continuación.

- En las obras de construcción se dan cita una gran cantidad de oficios, profesiones y actividades, muchas veces independientes y sin ninguna clase de relación a nivel empresarial.
- Hay muchos trabajadores no cualificados realizando tareas en un entorno cada vez más complejo y sofisticado. A veces el ritmo de aprendizaje de una persona no puede alcanzar el ritmo que impone el progreso.
- Generalmente existe un profundo desconocimiento hacia muchos de los riesgos laborales existentes dentro de una obra, o bien estos riesgos, aunque conocidos, no son suficientemente valorados restándoseles importancia, hecho que causa que se acaben manifestando y produzcan accidentes y enfermedades.
- Es un sector donde la subcontratación de tareas y fases de la obra está muy extendida. Esto provoca que, a pesar de la regulación específica sobre la subcontratación en la construcción establecida mediante la Ley 32/2006, en la práctica se suele constatar una situación de descoordinación entre las diferentes empresas, dilución del mando, indiferencia y desconocimiento hacia otras empresas, situaciones todas estas que favorecen la aparición de riesgos. A esta situación se le quiso poner freno con la designación de un coordinador de seguridad y salud, aunque no siempre esta medida tiene toda la eficacia que sería deseable.
- En la construcción se utilizan una gran cantidad de materias primas, materiales, y otros elementos que, por un lado, hacen que los trabajos sean más rápidos y de mayor calidad, pero por otro, causan la aparición de nuevos riesgos o empeoran la exposición a los ya existentes.
- Como ya se ha dicho, la construcción es una actividad que supone la exposición a una gran cantidad de riesgos, algunos de ellos graves. Para intentar reducir la alta siniestralidad, tanto a nivel de mortalidad y morbilidad, así como mejorar las condiciones de seguridad e higiene, se promulgó el RD 1627/97, sobre las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción (objeto de modificaciones posteriores), con la esperanza de lograrlo.
- Este RD centra la prevención de riesgos laborales dentro de la obra en la figura del coordinador de seguridad y salud, que en la práctica puede ser

cualquier técnico competente (arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según la Ley 38/1999 de ordenación de la edificación) y con unos conocimientos de prevención que a veces no son lo extensos que cabría desear, ya que en dicha Ley no se especifica ni se hace obligatoria la formación en seguridad y salud, lo que supone una formación muy escueta para un sector tan relativamente importante en siniestralidad.

- Otro problema a destacar es que muchas veces se incurre en el error de centrar las actividades de coordinación de seguridad y salud única y exclusivamente en los riesgos referentes a la seguridad. Esta situación es muy peligrosa, ya que es evidente que los riesgos de seguridad, considerando el tiempo necesario para su materialización, son los primeros que deben evaluarse, pero no por ello deben ser los únicos y muchas veces lo son.
- La razón de lo expuesto en el punto anterior es que resulta poco factible analizar un proceso que se va a desarrollar en la obra en pocos días, como por ejemplo el aislamiento del interior de una vivienda unifamiliar con espuma de poliuretano, y que finalizado el mismo se acabó la exposición al riesgo en esa obra. Por ello, raramente se procede al estudio higiénico correspondiente para cuantificar la exposición de los trabajadores de una empresa que está subcontratada.
- Otro gran problema que presentan las obras de construcción es el de la variabilidad de los trabajos, ya que según se van ejecutando las diferentes fases de la obra, salen y entran nuevas empresas, con sus nuevos trabajadores, nuevos materiales, nuevas máquinas, y nuevos riesgos. Esto es muy difícil de controlar por parte del coordinador de seguridad y salud.
- En las obras de construcción se genera una exposición a una serie de riesgos relacionados con la higiene industrial, debido al elevado número de tareas, procesos, sustancias, materiales y máquinas utilizados. Sin embargo, resulta paradójico que para tan elevado número de riesgos se tomen un número de medidas que puede calificarse de mínimo, quizás por desconocimiento y falta de percepción de dichos riesgos. Por ello no es extraño que en una obra se olvidan los riesgos higiénicos por exposición a contaminantes químicos, frío, calor, ruido, vibraciones, radiación solar o agentes biológicos.

Lecturas recomendadas

Consultar:

Real Decreto 1627/1997 de 24.10. (BOE 25.10.1997). Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción: <http://www.boe.es/boe/dias/1997/10/25/pdfs/A30875-30886.pdf>

Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a las Obras de Construcción: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_obras.pdf

Ley 32/2006, de 18.10. (BOE 19.10.2006). Regula la subcontratación en el sector de la construcción: <http://www.boe.es/boe/dias/2006/10/19/pdfs/A36317-36323.pdf>

Aplicada y desarrollada por:

Real Decreto 1109/2007, de 24.8 (BOE 25.8; rect. 12.9.2007: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/08/25/pdfs/A35747-35764.pdf>)

1. Presentación

En este trabajo se expone la actividad en el Área de Higiene Industrial del Servicio de Prevención de la empresa de construcción Constructora de Palautordera, que lleva a cabo la construcción de 10 viviendas unifamiliares en Santa María de Palautordera, población de 9.000 habitantes de la comarca del Vallés Oriental

En la zona a realizar la obra, existe una nave industrial en desuso, de 18 x 30 m, con cubierta de fibrocemento de la que se tomaron 12 muestras que, una vez analizadas, se comprobó en ellas un alto y uniforme contenido en amianto, motivo por el cual se deberá proceder a su retirada de manera ordenada y controlada en aplicación de la legislación vigente (RD 396/2006).

Como objetivos generales desde el punto de vista higiénico se establecen los siguientes:

- Evaluar los riesgos higiénicos en la obra “10 viviendas unifamiliares en Sta. María de Palautordera”.
- Evaluar y eliminar y/o reducir la exposición de los trabajadores a los contaminantes presentes para evitar enfermedades profesionales.
- Formar adecuadamente al personal sobre los riesgos existentes y las medidas a tomar para prevenirlos o protegerse ante los mismos.
- Analizar la situación de la implantación del sistema preventivo y planificar la misma.
- Extender la política preventiva de la empresa como promotora y contratista principal a todos los subcontratistas, similares y autónomos que desarrollen su actividad en la obra, mediante cláusulas de higiene específicas en contratos, circulares normativas e informativas, visitas de inspección y evaluación de riesgos, designación de una persona como responsable de salud en la obra aparte del coordinador, entre otros.

Como objetivos específicos de higiene industrial, el Servicio de Prevención estableció la evaluación, identificación y control de riesgos:

- Físicos (ruido, vibraciones).
- Químicos (isocianatos, fluidos de mecanizado, humos de combustión – óxidos de carbono, nitrógeno y azufre–, humos de soldadura, sílice libre,

fibras de amianto y de vidrio, compuestos orgánicos volátiles, polvos de cemento, yeso, ladrillo).

- Biológicos (bacterias, hongos, virus, parásitos y vectores).

Así como la disposición y correcta gestión de medidas de protección colectiva e individual.

La obra, como ya se ha comentado, consiste en la edificación de 10 viviendas unifamiliares que constan de semisótano y tres plantas sobre rasante: planta baja, primera planta y planta bajo cubierta abuhardillada. La cubierta es de tipo inclinado, a 45° respecto de las paredes exteriores. Va tejada con planchas de pizarra de 30 x 20 cm. Se construye en un solar de 5000 m², correspondiendo a cada chalet, de 350 m² de superficie total, una parcela de 150 m².

2. Exposición a amianto

2.1. Introducción

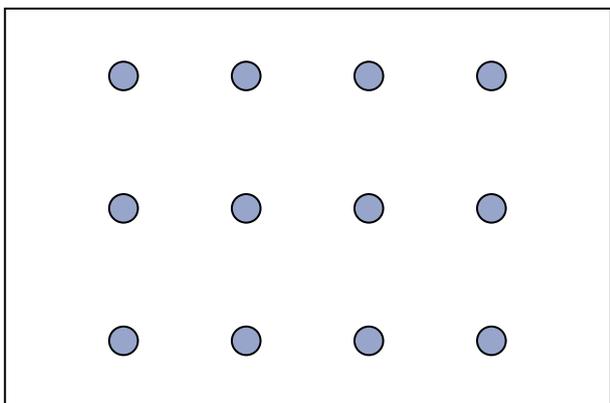
Como ya se ha comentado en la presentación, en la zona a realizar la obra, entre otras construcciones, existe una nave industrial en desuso, de 18x30 m, con cubierta de fibrocemento (ver la figura 1). Tal como viene establecido en el RD 1627/1997, “debe procederse a la identificación de la presencia de amianto en la misma, identificación deberá quedar reflejada en el estudio de seguridad y salud, o en el estudio básico de seguridad y salud, o, en su caso, en la evaluación de riesgos en aquellas obras en las que reglamentariamente no sea exigible la elaboración de dichos estudios”.

Figura 1. Nave con cubierta de fibrocemento



Para llevar a cabo este proceso, de la cubierta de la nave se tomaron 12 muestras (ver la figura 2) y se remitieron al laboratorio, el cual identificó positivamente la presencia de amianto en todas ellas, mayoritariamente en la forma de crisotilo.

Figura 2. Puntos de muestreo de la cubierta



Por este motivo, se procedió a su retirada de manera ordenada y controlada en aplicación de la legislación vigente (RD 396/2006).

Lecturas recomendadas

Para el control de la exposición a amianto en operaciones que impliquen su manipulación o, sobre todo, su retirada, podéis consultar:

Real Decreto 396/2006 de 31.3 (BOE 11.4.2006). Por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/08/25/pdfs/A35747-35764.pdf><http://www.boe.es/boe/dias/2006/04/11/pdfs/A13961-13974.pdf>

NTP-796: Amianto: planes de trabajo para operaciones de retirada o mantenimiento: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/796%20web.pdf>

NTP-862: Operaciones de demolición, retirada o mantenimiento con amianto: ejemplos prácticos: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/856a890/862w.pdf>

NTP-815: Planes de trabajo con amianto: orientaciones prácticas para su realización: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/815%20web.pdf>

NTP-953: Trabajos con amianto friable: diseño y montaje de un confinamiento dinámico (I): <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/953w.pdf>

NTP-954: Trabajos con amianto friable: diseño y montaje de un confinamiento dinámico (II): <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/954w.pdf>

2.2. Plan de trabajo

En este caso se trata de un plan de trabajo específico para la operación concreta de retirada de amianto poco friable en forma de fibrocemento de un edificio, según la definición establecida en el RD 396/2006. Las partes fundamentales del mismo son las siguientes:

Plan de retirada de amianto

Título

Plan de trabajo específico para la retirada de la cubierta de fibrocemento conteniendo amianto en el solar de Can Pericó, calle Capella Vella, s/n, de Santa María de Palautordera.

Identificación de la empresa

Constructora de Palautordera, ubicada en el Polígono de Can Pericó, calle Capella Nova, 123, teléfono 93 xxx xx xx, constructorapalautordera@gmail.com, FAX 93yyy yy yy

Autor

Josep María Pratdesaba Miralbell, arquitecto técnico, técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales y especialista en higiene industrial.

Número de inscripción en el RERA

B-112-123/2012

El plan es presentado por la misma empresa constructora que va a realizar la obra, que a su vez es la promotora.

Descripción del trabajo a realizar

Retirada de la cubierta de fibrocemento conteniendo amianto en el solar de Can Pericó, calle Capella Vella, s/n, de Santa María de Palautordera.

Tipo de material a intervenir

5 t de fibrocemento ondulado (600 m²) no friable.

Forma de presentación del mismo en la obra

Anclado con sistema mixto sobre estructura de madera, sin recubrimiento alguno y un nivel de deterioro elevado.

Ubicación del lugar en el que se habrán de efectuar los trabajos

El mencionado.

Fecha de inicio y la duración prevista del trabajo

A comunicar en la fecha de autorización del plan por parte de la autoridad competente.

Duración aproximada: 10 días laborables en horario de 10 h (de 8 a 13 y de 14 a 19).

Relación nominal de los trabajadores implicados directamente en el trabajo o en contacto con el material conteniendo amianto

Ocho trabajadores con su nombre, apellidos, DNI, número de la seguridad social, 6 oficiales de 1.ª y 2 peones, con experiencia en la retirada de amianto, por participación en anteriores trabajos, que se relacionan específicamente. No participa ningún trabajador de ETT. Se realizarán reconocimientos médicos iniciales y periódicos de los trabajadores adjuntándose los documentos de aptitud. Se adjuntará documento expedido por el servicio médico del Servicio de Prevención ajeno contratado por Constructora de Palautordera.

Procedimiento

Se empleará el método de confinamiento (ver la figura 3)

Medidas preventivas contempladas para limitar la generación y dispersión de fibras de amianto en el ambiente y medidas adoptadas para limitar la exposición de los trabajadores al amianto

- Manipular el material con amianto el mínimo posible y con la máxima preocupación.
- Evitar la rotura del material con amianto para no generar su dispersión.
- En caso de riesgo de dispersión, emplear técnicas de inyección con líquidos humectantes que penetren en toda la masa.
- Usar herramientas que generen la mínima cantidad de polvo, siendo preferibles las manuales.
- Trabajar en húmedo, evitando la utilización de presión en la aplicación de agua que puedan provocar la dispersión de fibras.
- Trabajar, cuando sea posible, con sistemas de extracción localizada de aire usando filtros de alta eficacia para partículas.

Equipos utilizados para la protección de los trabajadores, características y número de las unidades de descontaminación y tipo y modo de uso de los equipos de protección individual

- Equipo de protección respiratoria con filtro contra partículas P3.
- Ropa de trabajo de protección química contra partículas, traje de tipo 5, compatible con las medidas personales de seguridad aplicables, como arneses, mosquetones y conexiones con líneas de vida.
- Botas o polainas y guantes antideslizantes.
- Instrucciones de uso de los equipos de protección individual.

- Dos unidades de descontaminación disponibles, ubicadas en las zonas de descenso de la cubierta.
- Dos equipos de filtración de aire y agua anexos a las unidades de descontaminación.
- Procedimiento escrito de entrada y salida en las unidades de descontaminación y la secuencia de colocación y retirada de los EPI.

Medidas adoptadas para evitar la exposición de personas ajenas a la actividad

- Aislamiento de la zona de trabajo mediante recubrimiento con plástico; cuando sea necesario, se usará una estructura desmontable recubierta de plástico.
- Sistemas en depresión respecto del exterior de la zona de trabajo, con el objeto de impedir la salida de polvo con fibras de amianto fuera de la misma, dotados de filtros absolutos.
- El agua utilizada es filtrada antes de su vertido en la red general con prefiltros y de filtros de tamaño de poro de hasta 5 micras.
- Se dispone de la documentación sobre las características de los equipos y materiales empleados.

Medidas destinadas a informar a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos y las precauciones que deban tomar

Se informará los trabajadores según los puntos contenidos en el artículo 14 del RD 396/2006 de:

- a) Los riesgos potenciales para la salud debidos a una exposición al polvo procedente del amianto o de materiales que lo contengan.
- b) Las disposiciones relativas a las prohibiciones y a la evaluación y control del ambiente de trabajo.
- c) Las medidas de higiene que deben ser adoptadas por los trabajadores, así como los medios que la empresa facilita a tal fin.
- d) La utilización y obligatoriedad, en su caso, de la utilización de los equipos de protección individual y de la ropa de protección y el correcto empleo y conservación de los mismos.
- e) Cualquier otra información sobre precauciones especiales dirigidas a reducir al mínimo la exposición al amianto.

Medidas para la eliminación de los residuos de acuerdo con la legislación vigente

Los residuos de amianto se recogerán separados del resto de residuos que se puedan generar. Se embalarán en recipientes cerrados que pueden ser hechos con material plástico de suficiente resistencia mecánica, o big-bags adecuados, evitando siempre la rotura del material, y se identificarán tal y como se especifica en el anexo II del RD 1406/89 (Ver la figura 4).

Todo el material desechable, tal como filtros, monos y mascarillas, se considerará residuos con amianto que tienen la clasificación de peligrosos según la lista europea de residuos publicada en la Orden MAM/304/2002. Tanto el transporte como el tratamiento de los mismos se realizarán de acuerdo con la normativa (Ver un residuo de amianto adecuadamente embalado en la figura 4).

Se establecerá el método para su recogida y almacenamiento temporal en la obra, adjuntándose el documento de aceptación del residuo donde figura la empresa gestora y veredero final.

Recursos preventivos de la empresa

La persona que actúa como recurso preventivo es XXX, de la cual se acredita su cualificación de nivel básico en PRL (50 horas) y las funciones asignadas según la legislación actualmente vigente.

Procedimiento establecido para la evaluación y control del ambiente de trabajo

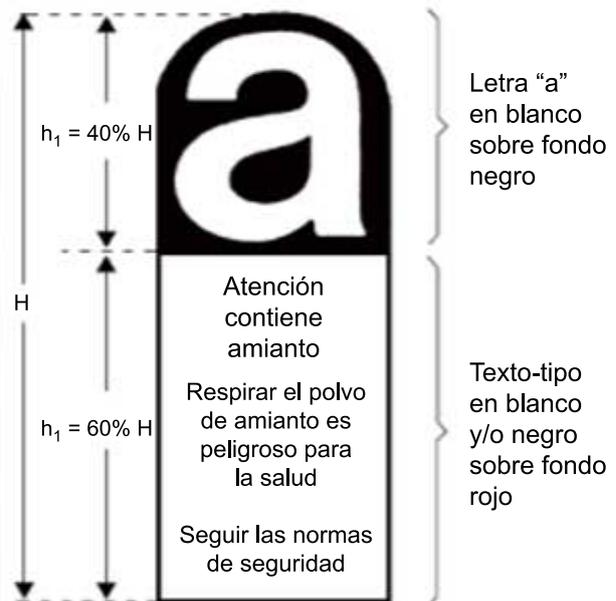
El control del riesgo por inhalación de fibras de amianto se realiza principal y fundamentalmente mediante un buen diseño y una correcta aplicación de los procedimientos de trabajo. Se evalúa el riesgo, con la información pertinente y la medición de la concentración de fibras de amianto en el aire del lugar de trabajo usando el método del INSHT MTA/MA-051, teniendo en cuenta la recomendación técnica CR-02/2005 y, para la evaluación final de los resultados, lo establecido por la Guía Técnica del RD 374/01 del INSHT, apéndice 4. Método de evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación. Valoración por comparación con el valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED). El valor límite VLA-ED para todas las formas de amianto es de 0,1 fibras/cm³. Ver más adelante los resultados obtenidos en los controles llevados a cabo.

Figura 3. Confinamiento en la operación de retirada de la cubierta



Fuente: Tomada de la NTP-954.

Figura 4. Embalaje e identificación correcta de residuos de amianto



Fuente: Tomada de la NTP-954.

Lecturas recomendadas

Método MTA/MA-051/A04. Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana / Microscopía óptica de contraste de fases (Método multifibra): http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_051_A04.pdf

CR-02/2005. Medida fiable de las concentraciones de fibras de amianto en aire. Aplicación del método de toma de muestras y análisis MTA/MA-051/A04. (Método multifibra): http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/CR/CR_002_A05.pdf

Guía Técnica del RD 374/01 del INSHT, apéndice 4. Método de evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación. Valoración por comparación con el valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED): http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf

También se realizan mediciones del ambiente una vez acabados los trabajos de retirada de amianto, así como previamente a la retirada de todos los medios de protección utilizados para asegurar la limpieza total del área. Si bien existen criterios técnicos varios, a título orientativo, siguiendo los usados en otros países, se puede considerar el valor de 0,01 f/cc como valor que, si se supera, debe dar lugar a continuar e intensificar las labores de limpieza. Esta debe realizarse por aspiración o por métodos húmedos con objeto de evitar la dispersión de las fibras y siempre, sin retirar el confinamiento.

Los datos de las evaluaciones se recogen siguiendo el formato del anexo IV de RD 396/2006, y se remiten, una vez ejecutados los trabajos afectados por el plan, a la autoridad laboral que lo haya aprobado, y se archivan a la finalización de los trabajos conforme a lo especificado en el artículo 18 del Real Decreto mencionado.

2.3. Evaluación de la exposición a amianto durante la operación de retirada de la cubierta

Antes de iniciar el proceso, según el plan de trabajo establecido, se tomaron doce muestras ambientales en, aproximadamente, los mismos puntos en los que se habían tomado muestras del fibrocemento de la cubierta, siguiendo el procedimiento descrito en el método analítico MTA/MA-051/A04. En la tabla 1, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 1. Mediciones efectuadas antes de iniciar el proceso de retirada de la cubierta

Número de fibras en el filtro	Tiempo de muestreo (min)	Caudal (l/min)	Muestra nº.
18000	200	1,8	1
ND	210	2,2	2
7500	250	2,5	3
ND	180	2,2	4
ND	150	1,9	5
ND	150	2,1	6
9000	130	2,5	7
ND	140	2,0	8
10000	160	2,0	9
ND	190	2,2	10
15000	170	2,6	11

ND. Límite de detección: 5.000 fibras/filtro

Número de fibras en el filtro	Tiempo de muestreo (min)	Caudal (l/min)	Muestra n°.
16000	200	2,4	12

ND. Límite de detección: 5.000 fibras/filtro

Durante el proceso de retirada de cubierta, llevada a cabo según lo establecido en el plan de trabajo, se tomaron asimismo doce muestras personales a los seis oficiales que realizaron directamente la operación de retirada. El tiempo de exposición a amianto era de 8 h/día; las 2 horas restantes de la jornada los trabajadores no estaban expuestos a amianto. Dado el tipo de trabajo realizado, se supuso que la exposición a amianto no variaba a lo largo de la jornada y que todos los trabajadores se podían considerar como un grupo homogéneo de exposición. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Mediciones efectuadas durante el proceso de retirada de la cubierta

Número de fibras en el filtro	Tiempo de muestreo (min)	Caudal (l/min)	Muestra personal n°.
120000	140	2,0	1.1
40000	150	1,9	2.1
87000	150	2.1	3.1
100000	160	2,0	4.1
9000	130	2,5	5.1
28000	200	1,8	6.1
36000	180	2,2	1.2
68000	190	2,2	2.2
45000	170	2,6	3.2
16000	210	2,2	4.2
86000	200	2,4	5.2
9500	250	2,5	6.2

Finalmente, se efectuaron mediciones al final de las operaciones de retirada y limpieza de la zona de trabajo en los mismos puntos de muestreo que antes de iniciar el proceso. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Mediciones efectuadas al final de las operaciones de retirada y limpieza

Número de fibras en el filtro	Tiempo de muestreo (min)	Caudal (l/min)	Muestra n°.
7500	250	2,5	1
16000	200	2,4	2
ND	210	2,2	3

ND. Límite de detección: 5.000 fibras/filtro

Número de fibras en el filtro	Tiempo de muestreo (min)	Caudal (l/min)	Muestra n°.
15000	170	2,6	4
ND	190	2,2	5
ND	180	2,2	6
18000	200	1,8	7
9000	130	2,5	8
10000	160	2,0	9
ND	150	2,1	10
ND	150	1,9	11
ND	140	2,0	12

ND. Límite de detección: 5.000 fibras/filtro

3. Exposición a isocianatos

3.1. Introducción

Para obtener el aislante llamado espuma de poliuretano, que es una alternativa característica a la fibra de vidrio en su uso como aislante en la construcción (ver más adelante), se parte de la mezcla de dos compuestos: polioliol (mezcla de polioliol con catalizadores ignífugos y agentes espumantes) e isocianato. La mezcla en condiciones adecuadas de estos dos componentes proporciona un polímero en forma de una espuma de rigidez variable, según la proporción de cada uno de los dos productos que se haya utilizado.

El isocianato se utiliza básicamente en tres formulaciones:

- TDI: Diisocianato de tolueno (*Toluene Diisocyanate*)
- HDI: Diisocianato de hexametileno (*Hexamethylene Diisocyanate*)
- MDI: Diisocianato de 4,4'-difenilmetano (*4,4'-Methylene diphenyl Diisocyanate*)

Esta última formulación es la que se utiliza en los aislamientos que se realizan en la obra y también en otras aplicaciones. La principal ventaja frente a los otros dos isocianatos es que su presión de vapor es muy baja (punto de ebullición: 314 °C), por lo que su paso al aire por evaporación es mucho menor. La utilización de prepolímeros, esto es, isocianato parcialmente polimerizado, aumenta este efecto de escasa vaporización.

El polioliol y el MDI, en nuestro caso, que son líquidos a temperatura ambiente, se mezclan mediante una maquinaria específica de proyección especial, que proporciona la potencia adecuada para controlar la dosificación del producto, así como regulación del caudal y la presión. Esta maquinaria debe ser sometida a un plan de mantenimiento, de manera que siempre se mantenga en perfectas condiciones de funcionamiento. Ver la figura 5.

Vídeo recomendado

Una representación visual de la reacción polioliol-isocianato, llevada a cabo, por cierto, sin ningún tipo de medida de protección, se puede ver en: <http://www.youtube.com/watch?v=DoFicmAEktw>

Figura 5. Aplicación de espuma de poliuretano



Fuente: Tomada de la Guía de la seguridad: http://www.guiadelaseguridad.com.ar/novedades/febrero_07/atepa_poliuretano-aplicado.htm

3.2. Efectos sobre la salud de los isocianatos

Los isocianatos son sensibilizantes respiratorios reconocidos, capaces de inducir asma ocupacional en personas no sensibilizadas previamente, e incrementar violentamente los síntomas de asma en las ya sensibilizadas, no existiendo en estos casos un nivel de concentración seguro.

Como efecto agudo, los vapores y aerosoles de isocianatos producen irritación de ojos, nariz y garganta. A concentraciones altas se produce sensación de opresión en el pecho y puede aparecer bronquitis y fuerte broncoespasmo, pudiendo llegar a producir edema pulmonar. En la piel producen irritación y pueden dar lugar también a sensibilización cutánea con la correspondiente dermatitis.

El MDI tiene fijado un VLA-ED de 0,005 ppm (0,052 mg/m³).

3.3. Determinación de MDI en aire durante la aplicación de espuma de poliuretano como aislante

Para la toma de muestras y análisis de TDI existen distintas posibilidades: métodos: NIOSH 2535, NIOSH 5521, NIOSH 5522 y HSE MDHS 25/2. En nuestro caso se ha utilizado el método NIOSH 5521.

Lecturas recomendadas

NTP 535: Isocianatos: control ambiental de la exposición: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_535.pdf

NTP 148: Riesgos higiénicos por isocianatos: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_148.pdf

Método NIOSH 5521: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/5521.pdf>

Se tomaron 10 muestras mediante borboteadores conteniendo una solución absorbente de 1,2-metoxifenil piperazina en tolueno, a lo largo del proceso de aplicación de la espuma de poliuretano a un caudal de 0,5 l/min, durante los tiempos de muestreo que se indican en la tabla 4, junto con las cantidades de MDI determinadas en el laboratorio mediante HPLC, para cada muestra.

Tabla 4

Tiempo de muestreo (min)	MDI (μg)
180	5,4
170	6,2
200	5,0
195	2,8
185	6,3
210	15
175	2,7
190	3,3
180	6,3
180	2,5
200	2,3

Las muestras tomadas se consideran representativas de la exposición de los trabajadores de la empresa subcontratada (Aislamientos Martínez, S. L.) especializada en esta actividad. El tiempo real de exposición fue de 6 h por jornada laboral diaria, y los trabajadores realizaron las tareas utilizando los equipos de protección adecuados al nivel de exposición.

La fibra de vidrio como aislante en edificios

Aunque en la obra que comentamos no se empleó fibra de vidrio como aislamiento, es una práctica relativamente común su utilización como aislante térmico y también acústico en paredes y techos de edificios.

Por lo que se refiera a afectos sobre la salud, estos son solamente de tipo irritativo. El contacto directo con la fibra de vidrio irrita la piel, los ojos, la nariz y la garganta.

La exposición a altos niveles de fibra de vidrio en el aire puede agravar el asma o la bronquitis. No se conocen por completo cuales son los efectos a largo plazo en la salud asociados con la fibra de vidrio. Sin embargo, estudios en personas que trabajan rutinariamente con fibra de vidrio no han demostrado un aumento en el riesgo de problemas de salud a largo plazo, tales como enfermedad respiratoria, cáncer o sensibilización alérgica.

Su valor límite VLA-ED es de 1 f/cc y el procedimiento para su determinación en aire es el mismo que se ha expuesto para las fibras de amianto:

Método MTA/MA-051/A04. Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana / Microscopía óptica de contraste de fases. (Método multifibra).

Dado su carácter, en principio exclusivamente irritante, las medidas de prevención y protección asociadas son las tendentes a evitar el contacto directo con la piel y las vías respiratorias, utilizando principalmente medidas de organización del trabajo y de protección

colectiva, pero también EPI (básicamente gafas y guantes de protección). En general, las medidas son mucho menos estrictas que las aplicadas a la exposición a fibras de amianto por su carácter cancerígeno.

4. Riesgos higiénicos en las operaciones de soldadura

4.1. Introducción

La soldadura consiste en la unión de dos o más piezas de igual o distinta naturaleza, fusionando la superficie mediante calor y/o presión. Existen muchos tipos de soldadura que se resumen en la tabla 5, incluyendo las posibles exposiciones que puedan representar.

Tabla 5

Operación	Origen del contaminante		Contaminantes presentes		
Todo tipo de soldadura	Base del material soldado	Acero al carbono 90% hierro, 2% manganeso	Óxidos de hierro y manganeso		
		Acero inoxidable	Óxidos de cromo y níquel		
		Aluminio	Óxidos de aluminio		
	Recubrimiento del material soldado	Galvanizado	Óxidos de cinc		
		Cromado	Óxidos de cromo		
		Niquelado	Óxidos de níquel		
		Cobreado	Óxidos de cobre		
		Cadmio	Óxidos de cadmio		
		Pintado con minio	Óxidos de plomo		
		Restos de aceites	Acroleína		
	Restos de desengrasantes clorados	Fosgeno			
	Soldadura al arco con electrodo revestido	Material aportado	Revestimiento del electrodo	Ácido	Sílice amorfa
				Rutilo	Óxido de titanio
Básico				Fluoruros	
Soldadura al arco con aporte de CO ₂		Dióxido de carbono (CO ₂)	Monóxido de carbono (CO)		
Soldadura autógena	Fundentes	Fluoruros			
Soldadura al arco TIG	Tungsteno	Óxido de tungsteno			

Operación	Origen del contaminante		Contaminantes presentes
		Torio	Dióxido de torio Radioactividad
Soldadura al arco	Reacciones con el aire	Radia- ción UV	Ozono
Soldadura autógena		Oxidación de nitrógeno	Óxidos de nitrógeno

Lecturas recomendadas

Consultar:

NTP-7: Soldadura. Prevención de riesgos higiénicos: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_007.pdf

NTP-770: Riesgos radiológicos del uso de electrodos de tungsteno toriados en la soldadura de arco (TIG) <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/NTP%20770.pdf>

INSHT. Riesgos en operaciones de soldadura (2004). Ver el guión en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnnextoid=98495a4a33b86110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=1d19bf04b6a03110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>

A la hora de hablar de riesgos higiénicos en operaciones de soldadura en general y en el sector de la construcción en particular, hay que considerar dos hechos importantes: los trabajos de soldadura a gran escala (estructura) y los trabajos a pequeña escala, como barandillas, pequeñas piezas y reparaciones. Otro factor muy importante que merece nuestra atención es si el trabajo se realiza en interiores o exteriores.

4.2. Riesgos para la salud

Basándonos en los contaminantes relacionados en la tabla 5, los riesgos higiénicos pueden resumirse de la siguiente manera:

1) Neumoconiosis

Por la penetración hasta el nivel alveolar de las partículas de los humos metálicos desprendidas en la operación de soldadura.

2) Irritación

Producida por la capacidad irritante de algunos metales al penetrar en las vías respiratorias, además de la combustión de sustancias disolventes que liberan compuestos altamente irritantes, como el fosgeno y la acroleína.

3) Asfixia

En espacios cerrados puede llegar a considerarse falta de oxígeno, tanto por un elevado consumo por parte de la reacción de combustión en el caso de la llama, como por desplazamiento por dióxido de carbono.

4) Exposición a radiaciones ultravioletas

Por la exposición a UV (sobre todo del tipo B y C) se pueden producir lesiones en los ojos de diferente gravedad: fotoqueratitis, conjuntivitis, cataratas, escotomas, ceguera, etc.

5) Exposición a ozono (O₃)

Se libera en las operaciones de soldadura por la acción de las radiaciones ultravioleta. Es un importante irritante pulmonar.

6) Cáncer

Algunos elementos implicados en las operaciones de soldadura son sustancias clasificadas como cancerígenas (níquel, cadmio, cromo VI) así como la posible generación de otras de las mismas características.

4.3. Evaluación de riesgos higiénicos

La evaluación de la exposición la debemos separar en dos grupos: un grupo compuesto por operaciones de soldadura a gran escala, como son los empleados de la empresa subcontratada para la realización de la estructura de las viviendas unifamiliares, y otro grupo compuesto por los trabajadores de la Constructora de Palautordera, que ocasionalmente realizan tareas de soldadura a pequeña escala.

Aunque los primeros están expuestos a una mayor concentración de contaminantes, esta se produce al aire libre, por lo que las medidas higiénicas se reducen al correcto uso de EPI: pantallas protectoras de rayos UV y guantes. También se suelda al aire libre para preparar los elementos de seguridad colectiva, como por ejemplo barros para servir de guía para instalar barandillas en las escaleras, o bien soldar dos plataformas de andamio para acceder a los edificios

Se ha llevado a cabo una evaluación de la exposición de los trabajadores que realizan operaciones de soldadura en interiores. El método empleado es el método del INSHT MTA/MA-025/A92, con un caudal entre 1,5 y 2 l/min.

Lectura recomendada

MTA/MA-025/A92: Determinación de metales y sus compuestos iónicos en aire - Método de filtro de membrana /espectrofotometría de absorción atómica "MODIFICADO": http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_025_A92.pdf

Lectura recomendada

Para el uso de EPI, consultar:
FDN: Selección de pantallas faciales y gafas de protección http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion_Normativa/Ficheros/FDN_17.pdf

En la tabla 6 presentamos los VLA de los diferentes metales que pueden encontrarse en los humos de soldadura. Cabe señalar que los valores están establecidos y se pueden aplicar exclusivamente para la forma en que se presenta el compuesto (óxidos, humos y/o polvo). Para la determinación de la fracción respirable (la que presenta probabilidad de llegar a las vías no ciliares) en el muestreo debe emplearse un componente discriminador de las partículas por su tamaño.

Lectura recomendada

Para las definiciones de las fracciones de polvo en aire, podéis consultar:

UNE EN 481: Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.

Más información sobre los distintos muestreadores se encuentra en:

Método MTA/MA – 014/A11. Determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire - método gravimétrico: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_014_A11.pdf

CR-03/2006: Criterios y Recomendaciones. Toma de muestras de aerosoles. Muestreadores de la fracción inhalable de materia particulada: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/CR/CR_003_A06.pdf

Tabla 6

Compuestos	VLA-ED, mg/m ³	Notas
Aluminio, humos de soldadura, como Al	5	-
Cobre, humos, como Cu	0,2	-
Oxido de hierro(III), polvo y humos, como Fe	5	-
Manganeso, compuestos inorgánicos, como Mn	0,2	-
Óxidos de cadmio, como Cd. Fracción inhalable	0,01	Cancerígeno 1B
Óxidos de cadmio, como Cd. Fracción respirable	0,002	
Óxido de cinc. Fracción respirable	2	VLA-EC: 10 mg/m ³
Dióxido de níquel, como Ni	0,1	Cancerígeno 1A
Plomo, compuestos inorgánicos, como Pb	0,15	TR 1A
Trióxido de cromo, como Cr	0,05	Cancerígeno 1A Mutágeno 1B

Se muestrearon el 7% de las operaciones de soldadura llevadas a cabo en los interiores de las viviendas. Las cantidades determinadas en los treinta y seis filtros de membrana analizados oscilan entre los valores indicados en la tabla 7. Podemos ver que la mayoría de muestras se hallan por debajo del límite de detección, que se indica.

Tabla 7

Compuestos	Volúmenes muestreados	µg/filtro
Aluminio, humos de soldadura, como Al	198 - 203	ND; LD: 0,6
Cobre, humos, como Cu	200 - 202	ND; LD: 0,02
Oxido de hierro(III), polvo y humos, como Fe	198 - 201	20-48
Manganeso, compuestos inorgánicos, como Mn	200	ND; LD: 0,04
Óxidos de cadmio, como Cd. Fracción inhalable	199 - 201	ND; LD: 0,02
Óxidos de cadmio, como Cd. Fracción respirable	199 - 201	
Óxido de cinc. Fracción respirable	199 - 203	7,0 - 10
Dióxido de níquel, como Ni	499 - 505	42 - 48
Plomo, compuestos inorgánicos, como Pb	200 - 2004	ND; LD: 0,1
Trióxido de cromo, como Cr	197 - 198	8,1 - 12,3

ND: No detectado. LD: Límite de detección.

Después de realizar una encuesta entre los trabajadores, se estimó que el tiempo diario dedicado a la soldadura por parte de los trabajadores que tenían entre sus tareas este tipo de operación, no sobrepasaba un 15% de la jornada laboral estándar.

5. Exposición a polvo en la obra

5.1. Introducción

Teniendo en cuenta el tipo de tareas que se realizan en esta obra (y en casi todas), el polvo ambiental es una mezcla del polvo liberado en determinadas tareas:

- Movimiento de tierras y demolición.
- Manipulación, uso y desecho de cemento, yeso, cal, áridos, así como otros tipos de materiales que también producen polvo.
- Mecanizado, corte, pulido, triturado, etc., de materiales de naturaleza orgánica o inorgánica, tales como piedra, ladrillo, azulejos, pladur®, tuberías metálicas y de PVC, madera de diferentes clases o resinas con alto contenido en cuarzo (Silestone®).
- Circulación de vehículos y personas por lugares secos y con alto contenido en arena y grava.

A la hora de plantear la evaluación de riesgos por la exposición al polvo en una obra de construcción, hay que tener en cuenta que los trabajos al aire libre son menos nocivos que los trabajos en lugares cerrados, ya que permiten la dilución del polvo en el ambiente, con lo que la exposición es mucho menor.

Otro factor a tener en cuenta también es el tamaño de las partículas de polvo, ya que incide de manera directa en la proporción de partículas que pueden alcanzar las vías respiratorias profundas. Según el tamaño, se hace la diferenciación entre fracción inhalable y fracción respirable.

5.2. Riesgos para la salud

Obviamente, los riesgos asociados a la inhalación de polvo dependerán, en primer lugar, de su composición. Si contiene fibras de amianto, sílice cristalina, talco, madera dura u otro tipo de material considerado peligroso, con un valor límite ambiental inferior al establecido para las llamadas “partículas insolubles (o poco solubles) no especificadas de otra forma”, que comentaremos más adelante, debe valorarse bajo el punto de vista de la presencia de él. Por ello, su evaluación debe implicar o bien un estudio a partir de muestras del terreno al comienzo de cualquier trabajo subterráneo o perforación o bien un análisis cualitativo de las muestras de polvo tomadas. En este sentido, debe valorarse siempre si en el terreno hay piedra arenisca (prácticamente sílice

Lectura recomendada

Para las definiciones de las fracciones de polvo en aire, podéis consultar:

UNE EN 481: Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.

pura), granito (puede contener hasta un 75% de sílice), esquistos (un 30%) y pizarra (un 10%). Otro aspecto a controlar es la posible presencia de fibras de amianto procedentes normalmente de vertidos antiguos no controlados.

Descartada pues la presencia de materiales considerados “peligrosos”, el polvo ambiental se evalúa en base a los valores límites VLA establecidos para las llamadas **partículas insolubles (o poco solubles) no especificadas de otra forma**, que son de 10 mg/m^3 para la fracción inhalable y de 3 mg/m^3 para la respirable. Se trata de materia particulada para la que no existe evidencia toxicológica sobre la que basar un VLA. Formalmente, estos valores límite solo son aplicables a las materias contaminantes particuladas que cumplan los siguientes requisitos:

- Que no tengan un VLA específico.
- Que sean insolubles o poco solubles en agua (o, preferiblemente, en el fluido pulmonar acuoso, si se dispone de esa información).
- Que tengan una toxicidad baja, es decir, que no sean citotóxicos, ni genotóxicos, ni reaccionen químicamente, de cualquier otra forma, con el tejido pulmonar, ni emitan radiaciones ionizantes, ni causen sensibilización, ni ningún otro efecto tóxico distinto del que pueda derivarse de la mera acumulación en el pulmón.
- Que no contengan amianto y menos de un 1% de sílice cristalina

Exposición a polvo de aglomerados de cuarzo (Silestone®, Quarella®, Caesarstone®, Okite®, Compac®)

Se emplea en sustitución del mármol y granito para encimeras por su gran resistencia y posibilidades cromáticas. Está compuesto por cargas inorgánicas minerales (85-95%), básicamente cuarzo o cristobalita, poliéster (5-15%), pigmentos y aditivos (<5%). El contenido en sílice cristalina oscila entre 70%-95%.

En consecuencia, cuando su manipulación implica operaciones que puedan generar polvo, nos hallamos ante una exposición a polvo silicótico con unos valores límites de exposición (VLD-ED) para la fracción respirable de sílice cristalina (cuarzo) de $0,1 \text{ mg/m}^3$ y de $0,05 \text{ mg/m}^3$ para la fracción respirable de sílice cristalina (cristobalita). Según la IARC (Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer), se trata de una sustancia cancerígena del grupo 1 (cancerígeno para el hombre).

Para tener más detalles, podéis ver la FDS del Silestone®.

En todas las operaciones en las que se pueda generar polvo (corte, tallado, pulido) es imprescindible la utilización de herramientas con refrigeración por agua para evitar la formación de polvo. Se recomienda protección ocular y, obligatoriamente, protección respiratoria con filtros P3, aunque se utilice la vía húmeda.

Es imprescindible llevar a cabo su evaluación ambiental. Los métodos adecuados para su determinación en aire son:

MTA/MA-056/A06: Determinación de sílice libre cristalina (cuarzo, cristobalita, tridimita) en aire - Método del filtro de membrana / Difracción de rayos X

MTA/MA-036/A00: Determinación de cuarzo en aire - Método del filtro de membrana / Difracción de rayos X

Exposición a polvo de maderas duras

El polvo de maderas duras (en general de angiospermas y de hoja caduca, como, por ejemplo, nogal, castaño, haya, fresno, caoba, teca, etc.) está clasificado como cancerígeno según el RD 349/2003, por el que se modifica el RD 665/1997, de Protección de los Trabajadores contra los Riesgos Relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el Trabajo. Su valor límite ambiental VLA-ED para la fracción inhalable es de 5 mg/m^3 , que se aplicará a toda la mezcla de polvos de madera (dura y blanda).

Este situación implica, en caso de que su manipulación en la obra pueda generar polvo y virutas, y a no ser que se tenga constancia de que la madera empleada es de tipo "blando" (gimnospermas, por ejemplo pináceas), la aplicación de todas las medidas de prevención y protección fijadas por la legislación sobre exposición a agentes cancerígenos del RD 665/97 y modificaciones posteriores (ver concretamente el artículo 5). Para su determinación ambiental, se emplea el método MTA/MA-014/A11 que comentamos más adelante.

5.3. Evaluación y control de la exposición a polvo

Hechas las consideraciones anteriores, a lo largo del proceso de construcción de las diez viviendas unifamiliares se hicieron varias campañas de muestreos, según se comenta a continuación. Para simplificar los muestreos y el correspondiente ahorro en tiempo y material, se midió en todos los casos el polvo inhalable empleando el método del INSHT MTA/MA-014/A11 con el muestreador IOM de SKC® con un caudal de 2 l/min.

5.3.1. Demolición del edificio existente en el solar después de haberse retirado la cubierta de fibrocemento

Se tomaron 10 muestras ambientales durante el derribo de la nave en desuso a una distancia de entre 5 y 10 m del campo de operaciones, siempre lo más próximas posible del lugar donde se hallaban los trabajadores que procedían a la recogida y retirada del material procedente del derribo llevado a cabo mediante una retroexcavadora (ver la figura 6). Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8.

Figura 6. Retroexcavadora New Holland B95



Lecturas recomendadas

Información sobre los distintos muestreadores se encuentra en:

Método MTA/MA – 014/A11. Determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire - método gravimétrico.

CR-03/2006: Criterios y recomendaciones. Toma de muestras de aerosoles. Muestreadores de la fracción inhalable de materia particulada.

Tabla 8

Muestra	Concentración mg/m ³
1	13
2	16
3	9
4	27
5	22
6	20
7	24
8	8,7
9	6,7
10	12

Los tiempos de muestreo oscilaron entre 2 y 4 horas.

5.3.2. Movimientos de tierras y pilotaje

En este caso se tomaron doce muestras personales durante el movimiento de tierras; tres al operario de la retroexcavadora y tres a cada uno de los tres trabajadores de la empresa Sistemas de Cimentación, S. A. encargada del trabajo (ver la máquina empleada en la figura 7). Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 9, con el índice de exposición calculado para una jornada laboral de 10 horas.

Figura 7. Pilotaje. Sistemas de Cimentación, S. A.



Fuente: <http://www.sistemasdecimentacion.es>

Tabla 9

Muestra	Concentración mg/m³	I
Conductor de la retroexcavadora		
1	7,0	0,88
2	6,5	0,81
3	4,3	0,54
Trabajadores del equipo de pilotaje		
1a	2,7	0,34
1b	2,2	0,28
1c	8,0	1,0
2a	4,5	0,56
2b	7,4	0,93
2c	6,7	0,84
3a	1,2	0,15
3b	3,9	0,49
3c	5,2	0,65

5.3.3. Descargas de materiales variados

No se realizaron mediciones ambientales en las operaciones de descarga de materiales por la dificultad logística de las mismas. Recomendaciones generales son: reducir al máximo la altura de caída de los materiales y, en los pocos casos en que ello fuera posible, humedecer los materiales manipulados.

5.3.4. Operaciones de limpieza y recogida de residuos de la obra

Tampoco se realizaron mediciones ambientales en las operaciones de limpieza y recogida de residuos. Recomendaciones generales son: limpieza por aspiración, reducir al máximo la altura de caída de los materiales y humedecer los materiales manipulados.

5.3.5. Muestreo en el interior de las viviendas durante las operaciones de alzamiento de muros y tabiques, enyesado, pavimentación, colocación de instalaciones, pintado y limpieza final

Una vez hecho el cubrimiento de aguas, se tomaron muestras ambientales durante 4 horas, un día a la semana, en la primera vivienda terminada a lo largo de todo el proceso de acabados. Las muestras se tomaron en la sala principal, a modo de referencia general. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 10.

Tabla 10

Actividad	Muestras tomadas	Margen de concentraciones (mg/m ³)
Alzamiento de muros y tabiques	10	2,3 – 8,1
Enyesado	3	4,3 – 5,6
Pavimentación	6	2,8 – 26
Colocación de instalaciones	12	3,4 - 17
Pintado	4	1,3 – 2,6
Limpieza final	2	3,4 – 7,6

Los valores más elevados en la colocación de pavimento se obtuvieron los días en que se cortaban piezas con la sierra circular de mesa. En el caso de la colocación de instalaciones (gas, electricidad, agua y aire acondicionado), los valores más altos correspondían a los episodios de muestreo durante los cuales se efectuaban las regatas con una radial. Por lo que hace referencia al pintado, aquí solo se ha valorado la materia particulada.

6. Riesgos higiénicos en las operaciones de pintado

6.1. Introducción

El pintado forma parte de las operaciones habituales de los acabados de las obras de construcción. La composición más característica de una pintura es la que contiene una resina que se transformará en la capa sólida, un pigmento encargado de dar el color y el disolvente, que es la parte de la composición que se evaporará. También puede llevar otros aditivos destinados a mejorar sus prestaciones, tanto en su aplicación (acelerar la evaporación, regular la viscosidad) como en su resultado (dotar a la pintura de propiedades antifúngicas, antioxidantes o antihumedad).

Las resinas pueden ser de distintos tipos: alquídicas, de clorocaucho, vinílicas, epoxídicas o de poliuretano; los pigmentos pueden ser orgánicos o inorgánicos (metálicos); y, finalmente, los disolventes pueden ser orgánicos o tratarse de agua.

6.2. Pinturas empleadas en la obra

En la obra se emplearon principalmente pinturas de base acuosa. En interiores se empleó la llamada pintura acrílica, basada en la suspensión de un prepolímero acrílico en agua acompañado de un colorante. Al evaporarse el agua, de manera generalmente muy rápida a temperatura ambiente, concluye el proceso de polimerización y queda fijado el polímero a la superficie donde se ha aplicado. También se usa en sus opciones incolora y/o brillante para el pintado de maderas.

Para exteriores se ha empleado la llamada pintura látex, que se diferencia en el tipo de prepolímeros usados, siendo más recomendado su uso para exteriores por presentar una mayor impermeabilidad y, en consecuencia, un mejor comportamiento en la intemperie.

En algunos puntos concretos y para tratar superficies metálicas desprotegidas en el exterior, se empleó la pintura antioxidante característica conocida como minio y compuesta de óxidos metálicos y disolventes derivados del petróleo.

6.3. Riesgos para la salud

En general, los riesgos para la salud están relacionados con la inhalación de los vapores del disolvente durante la aplicación y el secado. Obviamente, también existe la posibilidad del contacto dérmico.

La utilización de pinturas al agua, en consecuencia, implica que el producto evaporado es agua; la experiencia indica que el resto de productos evaporables, que dan el olor característico de este tipo de pinturas, proviene de la evaporación de cantidades muy pequeñas de componentes minoritarios como estabilizantes y restos de monómeros. Este tipo de pinturas, además, es muy fácil de limpiar y de eliminar. La utilización de la pintura de minio es, como se ha dicho, puntual y siempre en exteriores. Por todo ello, no se llevó a cabo un estudio higiénico en profundidad sobre esta actividad.

6.4. Medias preventivas y de protección

Durante la aplicación y secado de la pintura en interiores se recomienda una ventilación general adecuada. Seguir las instrucciones detalladas contenidas en la etiqueta y, si es necesario, consultar las fichas de seguridad y la página web del fabricante. Los equipos de protección individual se centran en la protección de manos y cara durante su aplicación y el uso de ropa de trabajo adecuada con lavado periódico.

7. Exposición a ruido en la obra

7.1. Introducción

Existen diferentes definiciones para el ruido, siendo la más extendida la que define el ruido como un sonido no deseado que se puede considerar molesto o agradable dependiendo de la situación o la sensibilidad concreta de las personas. Es bien conocido que el ruido puede tener efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental, siendo la pérdida de capacidad auditiva el efecto más frecuente e importante.

La norma legal correspondiente a la evaluación del ruido es el RD 286/2006, que pretende proteger a los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición al ruido. En el artículo 3 se indica que su aplicación debe tener lugar cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su actividad.

Por otro lado, la legislación actual (RD 1299/2006) reconoce la hipoacusia o sordera provocada por el ruido como enfermedad profesional si se trata de una sordera neurosensorial que afecta a las frecuencias de 3 a 6 kHz, bilateral simétrica e irreversible, relacionada con la ejecución de trabajos que expongan a ruidos continuos donde el nivel sonoro diario equivalente sea igual o superior a 80 dBA.

7.2. El ruido en la obra

El ruido dentro de una obra es un riesgo muy frecuente, pero difícil de valorar en toda su extensión, debido al carácter cambiante de los trabajos, las personas, los materiales y los equipos. Esto hace difícil establecer en qué zonas se produce una mayor exposición al ruido, ya que van cambiando a medida que avanza la obra.

En el caso que nos ocupa, se ha planteado el uso de maquinaria y de equipos que cumpla con lo dispuesto en el artículo 4.1b del RD 286/2006 “la elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos, cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido”.

Lectura recomendada

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, de Protección de la Salud y la Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos Relacionados con la Exposición al Ruido. BOE n.º 60.

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf

Sobre la reducción del ruido en el medio de transmisión, poco se puede decir en una obra, que hace difícil la instalación de materiales absorbentes, pantallas antiruido, etc. Lo que sí es factible es la instalación de estos elementos en el foco, de manera que se integra a su funcionamiento y se reduce el ruido en la fuente.

Una vez reducido el ruido en origen, las medidas generalmente consideradas para proteger a los trabajadores ante el ruido son:

- Rotación de puestos de trabajo.
- Encerramiento del trabajador.
- Formación e información acerca de los riesgos y medidas de prevención y protección.
- Equipos de protección individual contra el ruido.
- Vigilancia de la salud, especialmente del sistema auditivo.

Es evidente que algunas de estas medidas no se podrán aplicar en el entorno tan mutable de una obra, como el encerramiento de los trabajadores, o incluso la rotación de puestos en algunos casos, pero sí que se puede formar e informar a los trabajadores, vigilar su audición y por supuesto, dotarles de medios eficaces de protección contra el ruido, siendo estos últimos la protección más eficaz y la más utilizada.

En una obra de construcción se producen unos niveles de ruido en ocasiones superiores a los límites establecidos. Por ello, se hace necesario evaluar los lugares en los que se producen estas exposiciones al ruido, las actividades afectadas, los trabajadores expuestos, así como tener identificadas claramente las fuentes productoras de niveles elevados de ruido, como, por ejemplo el picado con martillo neumático en el interior de la vivienda. En estas situaciones la única medida eficaz es el correspondiente uso adecuado del equipo de protección auditiva. La generación de ruido en interiores hace más intensa la exposición por la reflexión ondas sonoras y la reverberación.

7.3. Medición de ruido

En el anexo II del mencionado RD se expone que:

1) Las mediciones deben realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encuentra su ruido. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia, realizando los ajustes necesarios cuando sea necesario.

2) El número, duración y momento de la realización de las mediciones deberán elegirse teniendo en cuenta que su objetivo es posibilitar la toma de decisiones sobre el tipo de actuación preventiva.

3) Las incertidumbres de la medición se determinarán de conformidad con la práctica metrológica.

En el anexo III del RD 286/2006, referente a los aparatos de medición, se expone que los sonómetros deben ajustarse a las especificaciones de la Norma UNE-EN 60651:1996 para los instrumentos de clase 2 (disponiendo, como mínimo, de la característica SLOW y de la ponderación A) o de cualquier versión posterior de dicha norma y misma clase. Para realizar las mediciones se ha utilizado un sonómetro SL-814, el cual cumple los estándares IEC651 TYPE 2 y ANSI S1.4 TYPE 2, con ponderación A y C, modos SLOW y FAST, nivel sonoro de 40 a 130 dB y un rango de frecuencias de 5.31 Hz a 8.5 kHz con una precisión de ± 2 dB.

También se emplean los instrumentos llamados dosímetros, sonómetros que integran automáticamente los dos parámetros considerados: nivel de presión acústica y tiempo de exposición, obteniendo así lecturas de riesgo expresadas en porcentajes de la dosis máxima permitida para 8 horas de exposición al riesgo.

Para realizar las mediciones de ruido no hemos elegido zonas de trabajo, sino máquinas, debido a que son estas las causantes de los elevados niveles de ruido que se registran en la obra. En concreto hemos evaluado las máquinas que superaban los 70 dB en escala L_{AeqT} . Estas máquinas son:

- Dumper.
- Martillo picador.
- Radial.
- Mesa circular de corte.

7.4. Valores de referencia

Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción

Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

- Valores límite de exposición: $L_{Aeq,d} = 87$ dB(A) y $L_{pico} = 140$ dB (C).
- Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 85$ dB(A) y $L_{pico} = 137$ dB (C).
- Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 80$ dB(A) y $L_{pico} = 135$ dB (C).

Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción, no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

En circunstancias debidamente justificadas y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, a efectos de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel

Lectura recomendada

Ver el artículo 5 del RD 286/2006

Lectura recomendada

La estrategia a aplicar en la medición de ruido y la incertidumbre de las mediciones se puede obtener en la aplicación del INSHT: Incertidumbre asociada a las mediciones de nivel de ruido: <http://calculadores.insht.es:86/Incertidumbredelruido/Introducción.aspx>

de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos, a condición de que:

- el nivel de exposición semanal al ruido, obtenido mediante un control apropiado, no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A), y
- se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

7.5. Resultados obtenidos

Se han llevado a cabo mediciones de ruido durante la utilización de las máquinas referenciadas y, a título de ejemplo, se ha hecho un seguimiento a dos trabajadores a lo largo de su jornada laboral.

7.5.1. Dumper

El dumper o autovolquete es un vehículo diseñado para transportar material, usualmente en obras de construcción. En este caso se trata de un autovolquete de pequeñas dimensiones (Ver la figura 8).

Figura 8. Dumper de obra TEREX-4000



Los valores obtenidos en las mediciones efectuadas cerca del pabellón auditivo del conductor del vehículo fueron ligeramente superiores a los 80 dB, concretamente 81,6 dB de L_{AeqT} .

7.5.2. Martillo picador

Se usa para varios replanteos, tanto fuera como dentro de las viviendas. Existen muchos modelos diferentes, muchos de ellos compatibles con la función típica del taladro. El empleado en la obra es el de la figura 9.

Figura 9. Martillo picador Bosch® profesional gsh 27 vc



Se optó realizar la medición del ruido dentro y fuera de las viviendas, a fin de poder valorar el ruido real de la máquina y el ruido reflejado al trabajar en un espacio cerrado. Las mediciones se realizaron en las bandas de frecuencia de 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz, obteniendo en casi todas similares valores, excepto en la banda de frecuencia de 2.000 Hz, que arrojó valores superiores. Por ello, las medidas preventivas se deben referenciar para esta banda de frecuencias, ya que es la de mayor valor y la banda en la que se desarrollan las conversaciones humanas.

Los resultados de las mediciones fueron:

- Nivel de ruido en el exterior: L_{AeqT} : 87,4 dB.
- Nivel de ruido en el interior de las viviendas: L_{AeqT} : 93,2 dB.

Las causas de la elevación de ruido en el interior son la reverberación y el eco que se produce en el interior de las viviendas.

7.5.3. Radial

Se usa para corte y desgaste de todo tipo de material. La utilizada en la obra es la de la figura 10.

Figura 10. Radial Bosch® GWS 20-230 H



Con esta máquina tenemos el mismo problema, ya que en el exterior de los edificios los niveles de ruido varían mucho según el material tratado y dentro de los edificios son bastante más elevados.

El espectro de frecuencias analizado es el mismo que en el martillo picador, ya que se produce la misma situación, es decir, que la frecuencia de 2.000 Hz es la que mayores niveles de presión acústica presenta, por lo que también la tomamos como referencia a la hora de poner en marcha las medidas preventivas pertinentes.

A la hora de considerar los niveles de ruido en el exterior, hay que tener en cuenta que los mismos varían mucho según el material que se corte, por lo que se decidió medir el nivel de ruido para los cuatro tipos de material más utilizados en la obra, y con los que más se usa la radial, obteniendo los valores expuestos en la tabla 11:

Tabla 11

Corte con radial	L _{AeqT}	
	Interior	Exterior
Material		
Ladrillo	91,4	83,8
Material cerámico (azulejo, plaqueta, teja)	84,4	81,2
Madera	78,2	76,9
Ferralla	93,9	86,9

7.5.4. Sierra circular de mesa

Con la sierra circular de mesa (ver la figura 11) pasa lo mismo que con la radial: que los niveles de ruido varían mucho según el material que se corte. Se realiza la misma medición según el material usado o si se corta el mismo dentro o fuera de los edificios. Ver la tabla 12.

Figura 11. Sierra circular de mesa WOODMAN® SC 200 C



Tabla 12

Corte con sierra circular de mesa	L _{AeqT}	
	Interior	Exterior
Material		
Ladrillo	93,2	86,2
Material cerámico (azulejo, plaqueta, teja)	82,3	77,3
Madera	79,1	74,5
Ferralla	92,9	87,9

7.5.5. Trabajadores

La exposición al ruido de dos trabajadores de la obra a lo largo de la jornada se desglosa según lo expuesto en la tabla 13.

Tabla 13

Actividad	Duración	L _{AeqT}	
		Trabajador 1	Trabajador 2
Actividades varias en la obra	5 h	84	82
Utilización de la sierra circular	1 h	98	99
Utilización del martillo	1 h	92	93
Apilamiento de material	1 h	78	76
Descanso	20'	75	74

7.6. Atenuación del ruido

Como ya hemos expuesto, muchas de las medidas básicas recomendadas para reducir la exposición a ruido, excepto las referentes a reducir el ruido en origen empleando equipos menos ruidosos, modificándolos o evitando vibraciones y su transmisión, no son aplicables en la obra. Por ello, adquiere especial importancia la correcta elección, uso y mantenimiento de los equipos de protec-

ción auditiva. Los equipos disponibles son las orejeras y los tapones (con o sin banda). En el caso de los tapones, es fundamental que se ajusten muy bien al conducto auditivo; en caso contrario pierden toda su eficacia.

Respecto a la capacidad de atenuar el ruido por parte del equipo, debe recordarse que, así como el ruido tiene una composición determinada (espectro de frecuencias), el protector a su vez tiene una capacidad de atenuación característica, motivo por el cual debe procederse a su elección en relación con los dos aspectos.

- Los trabajadores expuestos y/o sus representantes deben recibir información y formación sobre los riesgos derivados de la exposición.
- Se debe establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y/o de organización para reducir la exposición al ruido.
- Es necesario contemplar la necesidad de señalización, delimitación y limitación de acceso.
- Los trabajadores expuestos deben utilizar obligatoriamente protectores auditivos mientras se ejecuta el programa de medidas, aunque por las características del trabajo en la obra y la variedad de situaciones creadas, la utilización permanente de los protectores auditivos no se puede descartar.

Web recomendada

Para la correcta elección de un protector auditivo en función de las características del ruido, así como para consultar información práctica sobre ello, es recomendable acudir a la aplicación del INSHT: Calculador de la atenuación de los protectores auditivos: <http://calculadores.insht.es:86/Atenuaciónprotectoresauditivos/Introducción.aspx>.

8. Exposición a vibraciones en la obra

8.1. Introducción

La exposición laboral a las vibraciones en una obra está asociada a dos tipos de situaciones: la utilización de herramientas manuales accionadas mecánicamente, y la conducción de maquinaria, especialmente cuando circula por pavimentos no diseñados específicamente para el tráfico de vehículos.

En el primer grupo se halla la mayoría de la maquinaria manual empleada en la obra (martillo picador, radiales, taladros, afiladoras, etc.) accionadas normalmente por motores eléctricos o neumáticos que dan lugar a vibraciones que se transmiten a la mano y el brazo de las personas que las utilizan: son las llamadas **vibraciones mano-brazo**. Los efectos sobre las personas que están expuestas excesivamente son conocidos y estudiados desde hace años.

En segundo lugar, están todos los equipos móviles y vehículos empleados (dumper, retroexcavadora, máquina de pilotaje, etc.) que dan lugar a vibraciones que afectan a todo el cuerpo. Son las llamadas **vibraciones de cuerpo entero** y los efectos que producen en el organismo son menos conocidos.

8.2. Efectos sobre la salud

De lo expuesto en el punto anterior, se deduce que los efectos dependerán del tipo de vibración de que se trate; por ello, se comentan separadamente.

8.2.1. Vibraciones de cuerpo entero

Como ya hemos dicho, los efectos no son muy conocidos y se concretan principalmente en dolores lumbares y problemas vertebrales en general, pero también con alteraciones del sistema nervioso, circulatorio (varices), digestivo y reproductor.

8.2.2. Vibraciones mano-brazo

Provocan el llamado Síndrome de Raynaud o del dedo blanco como consecuencia de la disminución del riego sanguíneo, provocando unos efectos característicos en los dedos afectados, consistentes en que se vuelven blancos a bajas temperaturas, sensación de hormigueo y entumecimiento y reducción de la percepción táctil. El desarrollo de estos síntomas es lento y su intensidad aumenta con el tiempo.

8.2.3. Factores que afectan a los daños causados por las vibraciones

Son de 3 tipos:

- Los asociados a la fuente de vibración: aceleración, frecuencia, exposición diaria y a largo plazo.
- Los asociados a la manera de realizar el trabajo en el caso de mano-brazo (fuerza aplicada, puntos de contacto, uso de EPI, etc.).
- Los asociados a las propias características del trabajador expuesto.

Hay que señalar también que las vibraciones de cuerpo entero pueden tener efectos a corto plazo sobre la seguridad de las personas en la conducción de vehículos.

8.3. Evaluación de la exposición a vibraciones

Los estudios realizados sobre la exposición a vibraciones indican que más de un 60% de los trabajadores de una obra están expuestos a vibraciones, motivo por el cual debe procederse a su evaluación. Existe una amplia información, disponible en forma de base de datos, en la que se puede obtener la magnitud probable de vibración de un equipo determinado y en una operación concreta, tanto en el caso de cuerpo entero como de mano-brazo.

Existe una legislación específica sobre protección de los trabajadores a vibraciones: es el RD 1311/2005 y su correspondiente Guía Técnica del INSHT. Ver también la NTP-839.

Lecturas recomendadas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, de 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:

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas.: <http://vibraciones.insht.es:86/docs/RealDecreto.pdf>

NTP-839: Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo: <http://vibraciones.insht.es:86/docs/guiaVibraciones.pdf>

Una particularidad de esta legislación se encuentra en el artículo 4.2.

Lectura recomendada

Ver: NTP-784: Evaluación de las vibraciones de cuerpo completo sobre el confort, percepción y mareo producido por el movimiento: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf>

Web recomendada

Ver la base de datos: <http://vibraciones.insht.es:86>

“Para evaluar el nivel de exposición a la vibración mecánica, podrá recurrirse a la observación de los métodos de trabajo concretos y remitirse a la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo utilizado en las condiciones concretas de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante. Esta operación es diferente a la de la medición, que precisa del uso de aparatos específicos y de una metodología adecuada.

El empresario deberá justificar, en su caso, que la naturaleza y el alcance de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas hacen innecesaria una evaluación más detallada de estos.”

Es decir, que siempre que existan garantías de fiabilidad se puede recurrir a la información facilitada por el fabricante para estimar la exposición, sin tener que recurrir a mediciones experimentales que requieren equipos costosos y conocimientos especializados. Es la llamada evaluación por estimación.

Esta información está agrupada en la base de datos del INSHT (<http://vibraciones.insht.es:86>) antes mencionada, la cual permite la estimación de la evaluación de la exposición a vibraciones siempre que podamos:

- Definir bien las tareas que contribuyen en mayor medida al nivel de vibraciones en el puesto de trabajo.
- Identificar con la mayor precisión posible el equipo de trabajo utilizado (marca, modelo, potencia, útiles, etc.).
- Conocer las condiciones de trabajo y modos de funcionamiento de las tareas y los equipos de trabajo.
- Determinar con exactitud del tiempo real de exposición a las vibraciones.

8.3.1. Valores de referencia

Igual que en el caso del ruido, se establecen dos tipos de límites (ver la tabla 14), tanto para las vibraciones de cuerpo entero, como las de mano-brazo: los límites propiamente dichos y los que dan lugar a una acción. Dichos límites se establecen con relación al valor límite de exposición diaria normalizado (A(8)) en unidades de aceleración ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$).

Tabla 14

Tipo de vibración	Valor límite	Valor que da lugar a una acción
Mano-brazo	5,0 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	2,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
Cuerpo entero	1,15 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	0,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

8.3.2. Equipos de medida

En las mediciones efectuadas en la obra se ha empleado un acelerómetro sencillo PCE-VD 3 con un sensor de aceleración MEMS semiconductor, y un rango de aceleración de $\pm 18g$ y una precisión de $\pm 0,5g$, con adaptación para asiento.

8.3.3. Medición de vibraciones de cuerpo entero y mano-brazo

Tanto para las vibraciones de cuerpo entero, como las de mano-brazo, existe un calculador en la página web del INSHT que automatiza el cálculo.

1) **Cuerpo entero:** Para obtener $A(8)$ se mide la aceleración eficaz (a_w) en los tres ejes (x , y y z), se ponderan según la frecuencia y, a continuación, las correspondientes a los ejes x e y (no la del eje z) se multiplican por 1,4, y todas ellas por la raíz cuadrada del tiempo de exposición dividido por 8 ($(T/8)^{1/2}$). El valor del eje que dé el resultado más elevado se compara con los datos de la tabla 14.

2) **Mano-brazo:** Para obtener $A(8)$ igual que en el caso anterior, se mide la aceleración eficaz (a_{hw}) en los tres ejes, se ponderan según la frecuencia, se suman según $a_{hw} = [(a_{hw_x})^2 + (a_{hw_y})^2 + (a_{hw_z})^2]^{1/2}$ y se ponderan por el tiempo de exposición ($(T/8)^{1/2}$). El valor obtenido se compara con el de la tabla 14.

Lectura recomendada

Ver también la medición por estimación de las vibraciones mano-brazo en:

NTP-792: Evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo. Evaluación por estimación: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/792%20web.pdf>

8.4. Evaluaciones en la obra

8.4.1. Dumper. Cuerpo entero

Aceleración eficaz ponderada en frecuencia: $a_{wx} = 0,54 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $a_{wy} = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $a_{wz} = 0,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Tiempo de exposición: 10 h:

$$A_x(8) = 0,84 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$A_y(8) = 0,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$A_z(8) = 0,48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Web recomendada

Ver: <http://calculadores.insht.es:86/Vibracionesmecanicas/Introducción.aspx>

Lectura recomendada

Ver también la NTP-839: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/839%20web.pdf>.

Valor más elevado: $0,84 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. No supera el valor límite ($1,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$), pero sí el valor que da lugar a una acción ($0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$). Para un tiempo de exposición $<3,5$ h, no se supera $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, valor que da lugar a una acción.

8.4.2. Retroexcavadora. Cuerpo entero

Aceleración eficaz ponderada en frecuencia: $a_{wx} = 0,44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $a_{wy} = 0,69 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $a_{wz} = 0,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Tiempo de exposición: 7 h:

$$Ax(8) = 0,52 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$Ay(8) = 0,90 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$Az(8) = 0,40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Valor más elevado: $0,90 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. No supera el valor límite ($1,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$), pero si el valor que da lugar a una acción ($0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$). Para un tiempo de exposición <2 h, no se supera $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, valor que da lugar a una acción.

8.4.3. Sierra radial. Mano-brazo

Se han obtenido los siguientes valores de aceleración eficaz ponderada en frecuencia:

$a_{hwx} = 5,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $a_{hwy} = 9,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $a_{hwz} = 8,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Se hacen los cálculos para un tiempo de exposición de 1 hora.

$$a_{hw} = [(5,6)^2 + (9,6)^2 + (8,3)^2]^{1/2} = 13,87 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$A(8) = 13,87 (1/8)^{1/2} = 4,9 \text{ m/s}^2$$

Para tiempos de exposición >1 h, se superará el valor límite.

8.4.4. Taladro. Mano-brazo

El usado para agujerear hormigón era el modelo CSB 500-2E de Bosch® (ver la figura 12) que se ha encontrado en la base de datos, con un valor de $a_{hw} = 15,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Con una utilización de 1 h por jornada, ya se sobrepasa ($5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) el valor límite ($5,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$).

Figura 12. Taladro BOSCH® CSB 500-2E



8.5. Control de las vibraciones de cuerpo entero

- Selección adecuada de la capacidad de los equipos. Si es inferior a la necesaria, aumenta el tiempo de uso y, en consecuencia el de exposición.
- Evitar puestos de conducción que requieran giros del cuerpo.
- Atención a los neumáticos en su caso; usarlos adecuados al tipo de terreno.
- Suspensión de los asientos adaptada al vehículo, con capacidad de regulación en todos los sentidos por parte del usuario.

8.6. Control de las vibraciones mano-brazo

- Diseñar o adaptar los equipos o trabajar de tal manera que la fuerza a aplicar en las manos sea la menor posible.
- Usar guías y empuñaduras antivibración adecuadas, teniendo en cuenta que muchos materiales flexibles no reducen la vibración.
- Atención al rendimiento. Altas velocidades generan más vibraciones; velocidades bajas aumentan el tiempo de exposición.
- Ajustar los equipos de aire comprimido a las presiones indicadas por el fabricante.
- Atención al mantenimiento
 - Herramientas de corte bien afiladas.
 - Montar y equilibrar las herramientas según recomendaciones del fabricante.
 - Lubricar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
 - Sustituir las piezas, engranajes, cadenas y elementos antivibratorios cuando estén desgastados.
 - Atención a los guantes antivibratorios. No son eficaces a medias y bajas frecuencias.

9. Otros riesgos

A modo de apéndice final, cabe señalar otros riesgos higiénicos que no han sido valorados y que pueden estar presentes siempre, aunque de baja intensidad, o en ocasiones puntuales en relación con el tipo de construcción, el lugar donde se realiza, las características del entorno, la altura sobre el nivel del mar, la época del año, etc. A continuación presentamos un listado no exhaustivo de estos riesgos.

1) Exposición a radiaciones ópticas naturales

El trabajo al aire libre conlleva, obviamente, una exposición a la radiación solar. Aparte de la radiación infrarroja, cuando el trabajo se realiza a una cierta altura sobre el nivel del mar, adquiere importancia la radiación UV, de la que es conocida sus efectos nocivos a corto y largo plazo (cáncer de piel en el caso de las UV-C).

2) Exposición a temperaturas extremas

Relacionado con el punto anterior y según la época del año y climatología de la zona, pueden presentarse riesgo de estrés térmico tanto por frío como por calor.

3) Exposición a campos electromagnéticos

La proximidad a la obra, o la instalación en ella de transformadores, líneas de alta tensión, antenas emisoras, etc., es otro riesgo a considerar en según qué circunstancias.

4) Humos de combustión

La utilización de equipos, fijos o móviles, con motores de explosión conlleva la exposición a humos de combustión (óxidos de carbono, nitrógeno y azufre; humos diesel, benceno proveniente de gasolina, etc.). Hay que tomar precauciones especiales cuando estos equipos son utilizados en interiores por riesgo de intoxicación o asfixia.

5) Fluidos

Los fluidos de corte, líquidos anticongelantes, productos de limpieza, etc., forman a su vez una amplia gama de riesgos de carácter higiénico que pueden estar presentes.

6) Riesgos biológicos

La manipulación de tierras al principio y durante el desarrollo de la construcción puede presentar riesgo de contaminación biológica. La utilización de guantes adecuados y una estricta higiene personal, incluyendo el lavado de manos frecuente y el cambio de ropa al acabar el trabajo son las medidas más eficaces para prevenir los riesgos asociados a agentes biológicos.

Actividades

Cuestiones a resolver del apartado 2

1. ¿Qué significa trabajos con confinamiento?
2. ¿Cuáles son los distintos tipos de planes de trabajo con amianto?
3. ¿Por qué en el caso estudiado se ha optado por un plan de trabajo específico?
4. Calcular las concentraciones de fibras de amianto en aire que se han obtenido en las muestras previas al inicio del trabajo de retirada.
5. Calcular las concentraciones de fibras de amianto en aire obtenidas en los muestreos personales durante el trabajo de retirada.
6. Calcular las concentraciones de fibras de amianto en aire que se han obtenido en las muestras tomadas al final de las operaciones de retirada y limpieza de la zona de trabajo.
7. Las concentraciones obtenidas en las muestras tomadas al final de las operaciones de retirada y limpieza de la zona de trabajo, ¿permiten dar por concluido el proceso según el plan de trabajo establecido?

Cuestiones a resolver del apartado 3

8. El valor límite VLA-ED del MDI y del resto de isocianatos es muy bajo ($0,052 \text{ mg/m}^3$). ¿A qué es debido?
9. ¿Cuál es el nivel de exposición de los trabajadores encargados de la aplicación?
10. ¿Cuáles son las medidas de prevención y protección adecuadas para preservar la salud de los trabajadores expuestos?

Cuestiones a resolver del apartado 4

11. ¿Cuáles son las concentraciones a las que, en promedio, están expuestos los trabajadores durante las operaciones de soldadura?
12. Suponiendo una exposición de 1,2 horas diarias a humos de soldadura, calculad los índices de exposición.
13. Exponed las conclusiones sobre los resultados obtenidos.
14. Recomendad los equipos de protección adecuados para llevar a cabo las operaciones de soldadura.
15. ¿Puede establecerse algún tipo de protección colectiva frente al riesgo de inhalación de humos de soldadura?

Cuestiones a resolver del apartado 5

Demolición de la nave

16. ¿Cuál es el volumen muestreado para tiempos de toma de muestra de 2 y 4 h?
17. Suponiendo una exposición de 7 horas diarias, calcular los índices de exposición.
18. Exponer las conclusiones sobre los resultados obtenidos.
19. Recomendar los equipos de protección adecuados para los trabajadores que intervienen en la operación de demolición.
20. ¿Puede establecerse algún tipo de protección colectiva?

Movimientos de tierra y pilotaje

21. Exponer las conclusiones sobre los resultados obtenidos.
22. Recomendar los equipos de protección adecuados para los trabajadores que intervienen en los movimientos de tierras y pilotaje.

23. ¿Puede establecerse algún tipo de protección colectiva?

Muestras en el interior de las viviendas

24. Suponiendo una exposición de 10 horas diarias, calcular los índices de exposición.

25. Exponer las conclusiones sobre los resultados obtenidos.

26. Medidas de prevención y protección.

Cuestiones a resolver del apartado 6

27. ¿Cuál es el nivel de exposición diario equivalente de los trabajadores que usan el dumper, martillo picador, radial y sierra circular de mesa?

28. Calculad el nivel de exposición diario equivalente a los dos trabajadores.

29. Exponer las conclusiones sobre los resultados obtenidos.

30. Proponer medidas preventivas.

Cuestiones a resolver del apartado 7

31. Proponed medidas preventivas y de corrección para reducir la exposición a vibraciones de cuerpo entero

32. Proponed medidas preventivas y de corrección para reducir la exposición a vibraciones mano-brazo

Solucionario

Solución del apartado 2

1. Trabajos con confinamiento

Consultar:

NTP-953: Trabajos con amianto friable: diseño y montaje de un confinamiento dinámico (I)

NTP-954: Trabajos con amianto friable: diseño y montaje de un confinamiento dinámico (II)

2. Tipos de planes de trabajo con amianto

Pueden ser de dos tipos: plan de trabajo específico para una operación y plan de trabajo de carácter general.

3. ¿Por qué en el caso estudiado se ha optado por un plan de trabajo específico?

Porque es el adecuado para trabajos programables, especialmente en demoliciones, retirada de amianto o de materiales que lo contengan en edificios, estructuras, maquinaria, equipos e instalaciones o desguace de navíos.

Consultar la NTP-815: Planes de trabajo con amianto: orientaciones prácticas para su realización.

4. Concentraciones de fibras de amianto en aire obtenidas en las muestras previas al inicio del trabajo de retirada

Mediciones efectuadas antes de iniciar el proceso de retirada de la cubierta

Número de fibras en el filtro	Volumen de muestreo	Concentración Fibras/cc	Muestra n°.
18000	360	0,05	1
ND	462	<0,01	2
7500	625	0,01	3
ND	396	<0,01	4
ND	285	<0,01	5
ND	315	<0,01	6
9000	325	0,03	7
ND	280	<0,01	8
10000	320	0,03	9
ND	418	<0,01	10
15000	442	0,03	11
16000	480	0,03	12

5. Concentraciones de fibras de amianto en aire e índices de exposición obtenidos en los muestreos personales durante el trabajo de retirada

Mediciones personales efectuadas durante el proceso de retirada de la cubierta

Concentración Fibras/cc	I	Muestra n°.
0,43	4,3	1.1

Concentración Fibras/cc	I	Muestra n.º.
0,28	2,8	2.1
0,31	3,1	3.1
0,31	3,1	4.1
0,03	0,3	5.1
0,08	0,8	6.1
0,09	0,9	1.2
0,16	1,6	2.2
0,10	1	3.2
0,03	0,3	4.2
0,18	1,8	5.2
0,02	0,2	6.2

Se han efectuado dos muestreos a cada trabajador. En la mitad de los muestreos se supera el VLA-ED de 0,1 f/cc para todos los tipos de amianto (I>1). Debe resaltarse que los trabajadores llevan los correspondientes EPI.

6. Concentraciones obtenidas en las muestras tomadas al final de las operaciones de retirada y limpieza de la zona de trabajo

Concentración Fibras/cc	Muestra n.º
0,01	1
0,03	2
<0,01	3
0,03	4
<0,01	5
<0,01	6
0,05	7
0,03	8
0,03	9
<0,01	10
<0,01	11
<0,01	12

7. ¿Se puede dar por concluido el proceso según el plan de trabajo establecido?

No, puesto que las muestras 2, 4, 7, 8 y 9 presentan una concentración de fibras superior a 0,01 fibras/cc.

Se procede a una nueva operación de limpieza y se repite el muestreo en los puntos en los que se ha obtenido un valor superior. Los resultados son los expresados a continuación, que permiten dar por terminado el estudio.

Mediciones efectuadas al después de repetir las operaciones de retirada y limpieza

Concentración Fibras/cc	Muestra nº.
0,01	2
<0,01	4
0,01	7
<0,01	8
<0,01	9

Solución del apartado 3

8. ¿A qué es debido que el VLA-ED (0,052 mg/m³) del MDI sea tan bajo?

A que se trata de una sustancia altamente sensibilizante y por ello se pretende proteger a la mayoría de los trabajadores de este efecto, que, en caso reproducirse, implicaría con toda probabilidad un cambio en el puesto de trabajo. En este caso concreto, dada la actividad de la empresa, sería prácticamente imposible, provocando una disolución del contrato de trabajo por no existir puestos de trabajo alternativos.

9. ¿Cuál es el nivel de exposición de los trabajadores encargados de la aplicación?

En la tabla siguiente se exponen los cálculos efectuados.

MDI (µg)	Volumen (litros)	MDI (mg/m ³)	I _{MDI}
5,4	90	0,062	0,89
6,2	85	0,070	1,0
5,0	100	0,053	0,76
2,8	95	0,031	0,45
6,3	90	0,076	1,1
15	105	0,14	2,0
2,7	90	0,038	0,55
3,3	95	0,044	0,58
6,3	90	0,071	1,0
2,5	90	0,036	0,52
2,3	100	0,029	0,42

Aunque el tiempo de exposición es de 6 h, los valores del índice de exposición son elevados, superándose el I=1 en dos casos e igualándose en otros dos.

10. ¿Cuáles son las medidas de prevención y protección adecuadas para preservar la salud de los trabajadores expuestos?

Dados los elevados índices de exposición para las operaciones de aplicación de la espuma de poliuretano, deben tenerse en cuenta todas las medidas organizativas, técnicas, de información y formación tendentes a reducir al mínimo la exposición, así como la adecuada vigilancia de la salud. A continuación se concretan las medidas aplicadas.

a) Medidas organizativas

- Limitación del número de trabajadores expuestos directa o indirectamente.
- No permitir el acceso a la zona de trabajo a ninguna persona sin el equipo de protección adecuado.
- Tras la aplicación, cerrar la zona durante 24 h.
- Coordinar la actividad con otras subcontratas o cuadrillas para evitar interferencias y exposiciones innecesarias.

b) Medidas técnicas

- Utilizar la máquina con la potencia adecuada para la dosificación, caudal y presión necesarios en la aplicación a realizar.
- Disponer de un plan de mantenimiento exhaustivo del equipo, evitando escapes en las mangueras e incidencias en los bidones de materias primas.
- En cámaras, espacios confinados o zonas con escasa ventilación, se debe usar ventilación forzada o extracción localizada.

c) Información a los trabajadores

- Disponer de las fichas de seguridad de los componentes a manipular, así como de las instrucciones de uso y mantenimiento de los equipos.
- Concienciar a los operarios de los riesgos de MDI diferentes de los que son habituales en construcción.

d) Medidas de protección en la aplicación del método de trabajo

- Elaborar instrucciones de aplicación, donde se incluya el ajuste de la maquinaria, con relación adecuada según el tipo de aplicación (vertical, horizontal, techos), forma de aplicación (espesor de capas, aplicación de sustrato) y condiciones ambientales.
- Mantener los recipientes perfectamente precintados, y limpio el material usado en la aplicación, almacenándolos en una zona bien ventilada.
- Para la limpieza de la pistola, utilizar N-metil-pirrolidona, en lugar de disolventes más peligrosos, como la dimetilformamida (DMF) o el dimetilsulfóxido (DMSO).
- Evitar el contacto con la piel. No respirar vapores, ni aerosoles. Utilizar guantes, gafas, mascarilla y ropa adecuada.

e) Medidas de protección individual

- Como se ha visto en las determinaciones ambientales, el aplicador se halla expuesto a isocianatos, por lo que se deben usar de forma complementaria EPI:
- Ropa protectora, impermeable, que cubra todo el cuerpo, de categoría III, tipo 5/6 (mono completo con caperuza).
- Utilizar guantes protectores, bien de PVC, neopreno o caucho de butilo.
- Calzar botas de seguridad.
- Protección de los ojos. Pudiendo reducirse al empleo de gafas contra salpicaduras cuando aplica spray para pequeños trabajos de reparación, o bien debe usarse máscara de protección como equipo multirisgo que proteja del contacto ocular y permite utilizar equipos respiratorios.
- Protección respiratoria que puede reducirse a equipos filtrantes A2 - P2 (EN 141) para tareas esporádicas, poco aconsejable para trabajos duraderos, para los que se recomienda equipos semiautónomos, donde una manguera aporta, a presión, aire fresco hasta la máscara del aplicador, a la salida del compresor se debe intercalar un filtro.

f) Medidas higiénicas personales

- Si la ropa se impregna de producto, cambiarla inmediatamente.
- No comer, beber, ni fumar durante la utilización del producto.
- No llevar a casa la ropa de trabajo.
- Después de estar en contacto con la piel, lavarse inmediatamente con abundante agua jabonosa caliente, especialmente las manos, antes de hacer una pausa y al terminar la jornada. Se puede usar como agente limpiador de la piel un detergente basado en un poliglicol o en aceite de maíz.

Solución del apartado 4

11. ¿Cuáles son las concentraciones a las que, en promedio, están expuestos los trabajadores durante las operaciones de soldadura?

En la tabla adjunta se presentan las concentraciones promedio obtenidas en los muestreos realizados durante las operaciones de soldadura, junto con el VLA asignado.

Compuestos	Concentraciones promedio mg/m ³	VLA-ED, mg/m ³
Aluminio, humos de soldadura, como Al	<0,003	5
Cobre, humos, como Cu	<0,0001	0,2
Oxido de hierro(III), polvo y humos, como Fe	0,10 – 0,24	5
Manganeso, compuestos inorgánicos, como Mn	<0,0002	0,2
Óxidos de cadmio, como Cd. Fracción inhalable	<0,0001	0,01
Óxidos de cadmio, como Cd. Fracción respirable	<0,0001	0,002
Óxido de cinc. Fracción respirable	0,035 – 0,05	2
Dióxido de níquel, como Ni	0,083 – 0,095	0,1
Plomo, compuestos inorgánicos, como Pb	<0,0005	0,15
Trióxido de cromo, como Cr	0,041 – 0,066	0,05

12. Suponiendo una exposición de 1,2 horas diarias a humos de soldadura, calculad los índices de exposición

En la tabla adjunta se presentan los índices de exposición obtenidos. Solo se indican para aquellos casos en los que se obtuvieron valores por encima del límite de detección.

Compuestos	Concentraciones promedio mg/m ³	VLA-ED, mg/m ³	I
Oxido de hierro(III), polvo y humos, como Fe	0,10 – 0,24	5	0,003 - 0,007
Óxido de cinc. Fracción respirable	0,035 – 0,05	2	0,003 – 0,004
Dióxido de níquel, como Ni	0,083 – 0,095	0,1	0,13 – 0,14
Trióxido de cromo, como Cr	0,041 – 0,066	0,05	0,12 – 0,2

13. Exponed las conclusiones sobre los resultados obtenidos

Los índices de exposición determinados son muy bajos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el dióxido de níquel y el trióxido de cromo son compuestos cancerígenos 1A y que, al haberse detectado su presencia, aunque sea a niveles bajos de exposición, debe procederse a lo estipulado en la reglamentación específica sobre sustancias cancerígenas (RD 665/97).

14. Recomendados los equipos de protección adecuados para llevar a cabo las operaciones de soldadura

Además del uso obligatorio de las pantallas de protección frente a rayos UV y de guantes aislantes para los soldadores, debe establecerse la prohibición de que el resto de trabajadores se hallen cerca de los soldadores por no hallarse protegidos frente a los UV.

Dadas la características de los humos de óxidos de níquel y de cromo, para llevar a cabo soldaduras en las que intervengan estos metales, aunque sea solamente a nivel de recubrimiento, los soldadores deben llevar una protección respiratoria del tipo FFP2.

15. ¿Puede establecerse algún tipo de protección colectiva frente al riesgo de inhalación de humos de soldadura?

Cuando las operaciones de soldadura se prevea que vayan a durar un tiempo prologado, es recomendable la utilización de equipos de extracción localizada con campanas móviles o mesas de soldadura. Consultar la NTP-7: Soldadura. Prevención de riesgos higiénicos, ya citada.

Solución del apartado 5

Demolición de la nave

16. Volumen muestreado

Teniendo en cuenta que el caudal de muestreo era de 2 l/min, los volúmenes muestreados oscilaron entre 240 l y 480 l.

17. Índices de exposición para una jornada de 7 h

Muestra	Concentración mg/m ³	I
1	13	1,1
2	16	1,4
3	9	0,79
4	27	3,1
5	22	1,9
6	20	1,8
7	24	2,1
8	8,7	0,76
9	6,7	0,59
10	12	1,0

18. Conclusiones

En siete de las muestras se detecta una amplia sobreexposición de los trabajadores que intervienen en la operación de demolición de la nave.

19. Equipos de protección adecuados

Dado que es un operación limitada en el tiempo, aparte de los correspondientes EPI de seguridad (ropa de protección tipo mandiles, guantes, cascos y calzado de seguridad) debe ser obligatoria la utilización de gafas de seguridad y mascarilla para polvo FFP2.

20. Protección colectiva

En este caso no suele ser posible, pero es fundamental humedecer toda la zona mediante un riego intensivo.

Movimientos de tierra y pilotaje

21. Conclusiones

Excepto en un caso, las exposiciones detectadas, aunque elevadas, no superan el valor límite, teniendo en cuenta que este grupo de personas realizaron una jornada de 10 h.

22. Equipos de protección adecuados

Guantes y gafas de seguridad. En aquellos casos en los que se prevea que se generen cantidades de polvo relevantes, por ejemplo, por no poder llevar a cabo el adecuado riego de la zona, emplear mascarillas respiratorias FFP1.

23. Protección colectiva

Es recomendable que se mantengan cerradas las ventanas de la cabina de la retroexcavadora. Debe procederse al regado permanente de todo el terreno.

Muestras en el interior de las viviendas

24. Índices de exposición para una jornada de 10 h

Actividad	I
Alzamiento de muros y tabiques	0,29 – 0,64
Enyesado	0,53 – 0,70
Pavimentación	0,35 – 3,3
Colocación de instalaciones	0,43 – 2,1
Pintado	0,16 – 0,32
Limpieza final	0,43 – 0,95

25. Conclusiones

Dado que los índices de exposición más elevados corresponden a periodos en los que se han llevado a cabo unas operaciones concretas, debe actuarse sobre estas.

26. Medidas de prevención y protección

En el caso de la utilización de la sierra circular de mesa para cortar baldosas, debe emplearse agua de refrigeración, que a su vez reducirá drásticamente la generación de polvo. Asimismo, si la operación se realiza en una mesa de corte, se le puede aplicar una extracción localizada equivalente a la empleada en las mesas de soldadura. Estas protecciones colectivas, sin embargo, deben ir acompañadas de los EPI correspondientes: gafas de seguridad, guantes y mascarilla para polvo, preferiblemente FFP2.

Solución del apartado 6

27. Nivel de exposición diario equivalente de los trabajadores que usan el dumper, martillo picador, radial y sierra circular de mesa.

a) Dumper

L_{AeqT} : 81,6 dB

Si la exposición es de toda la jornada (8 h) $L_{Aeq,d}$: >80 dB, se supera el valor inferior de exposición. Según el artículo 6.4 del RD 286/2006, deberán llevarse a cabo valoraciones, incluyendo mediciones, cada tres años.

Si la exposición es de 7h/día o inferior, $L_{Aeq,d} : <80$ dB, no se supera el valor inferior de exposición y no da lugar a ninguna acción.

b) Martillo picador (interior)

L_{AeqT} : 93,2 dB

En exposiciones de 1 hora, $L_{Aeq,d} : >80$ dB, se supera el valor inferior de exposición.

A partir de 2,5 h, se supera el valor límite de $L_{Aeq,d} : 87$ dB

c) Martillo picador (exterior)

L_{AeqT} : 87,4 dB

En exposiciones de 1,5 horas, $L_{Aeq,d} : >80$ dB, se supera el valor inferior de exposición.

En exposiciones de >4,5 horas, $L_{Aeq,d} : >85$ dB, se supera el valor superior de exposición

d) Radial y sierra circular de mesa

Se calcula el valor $L_{Aeq,d}$ para 1 h y 4 h.

Corte con radial	$L_{Aeq,d}$			
	Interior		Exterior	
Material	1h	4h	1h	4h
Ladrillo	82,4	88,4	74,8	80,4
Material cerámico (azulejo, plaqueta, teja)	75,4	81,4	72,2	78,2
Madera	<80	<80	<80	<80
Ferralla	84,9	90,9	77,9	83,9

Corte con sierra circular de mesa	$L_{Aeq,d}$			
	Interior		Exterior	
Material	1h	4h	1h	4h
Ladrillo	84,2	90,2	<80	83,2
Material cerámico (azulejo, plaqueta, teja)	<80	<80	<80	<80
Madera	<80	<80	<80	<80
Ferralla	83,9	89,9	<80	84,7

28. Nivel de exposición diario equivalente a los dos trabajadores

Trabajador 1

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log 1/8 [5 \cdot 10^{8,4} + 1 \cdot 10^{9,8} + 1 \cdot 10^{9,2} + 1 \cdot 10^{7,8} + 0,33 \cdot 10^{7,5}] = 90,6 \text{ dB}$$

Trabajador 2

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log 1/8 [5 \cdot 10^{8,2} + 1 \cdot 10^{9,9} + 1 \cdot 10^{9,3} + 1 \cdot 10^{7,6} + 0,33 \cdot 10^{7,4}] = 88,5 \text{ dB}$$

29. Conclusiones sobre los resultados obtenidos

Usando la maquinaria citada, el $L_{Aeq,d}$ está en función del tiempo de uso.

Por lo que se refiere a la exposición de los trabajadores, en ambos casos el nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) supera el valor límite (87 dB).

30. Medidas preventivas

- Los trabajadores expuestos y/o sus representantes deben recibir información y formación sobre los riesgos derivados de la exposición.
- Se debe establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y/o de organización para reducir la exposición al ruido.
- Es necesario contemplar la necesidad de señalización, delimitación y limitación de acceso.
- Los trabajadores expuestos deben utilizar obligatoriamente protectores auditivos mientras se ejecuta el programa de medidas, aunque por las características del trabajo en la obra y la variedad de situaciones creadas, la utilización permanente de los protectores auditivos no se puede descartar.

Solución del apartado 7

Ver el artículo 5 del RD 1311/2005

Hay que tener en cuenta que:

“Los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen, los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible.”

Cuando se sobrepasen los valores que dan lugar a una acción:

- Se establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización, destinado a reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas y los riesgos que se derivan de esta, tomando en consideración, especialmente:
- Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a vibraciones mecánicas.
- La elección del equipo de trabajo adecuado, bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y generador del menor nivel de vibraciones posible, habida cuenta del trabajo al que está destinado.
- El suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión por vibraciones, por ejemplo, asientos, amortiguadores u otros sistemas que atenúen eficazmente las vibraciones transmitidas al cuerpo entero y asas, mangos o cubiertas que reduzcan las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.
- Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.
- La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.
- La información y formación adecuadas a los trabajadores sobre el manejo correcto y en forma segura del equipo de trabajo, para así reducir al mínimo la exposición a vibraciones mecánicas.
- La limitación de la duración e intensidad de la exposición.
- Una ordenación adecuada del tiempo de trabajo.
- La aplicación de las medidas necesarias para proteger del frío y de la humedad a los trabajadores expuestos, incluyendo el suministro de ropa adecuada.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición. Si a pesar de las medidas adoptadas se superase el valor límite de exposición, el empresario tomará de inmediato medidas para reducir la exposición a niveles inferiores a dicho valor límite. Asimismo, determinará las causas por las que se ha superado el valor límite de exposición y modificará, en consecuencia, las medidas de protección y prevención, para evitar que se vuelva a sobrepasar.

31. Medidas preventivas y de corrección para reducir la exposición a vibraciones de cuerpo entero.

- Selección adecuada de la capacidad de los equipos. Si es inferior a la necesaria, aumenta el tiempo de uso y, en consecuencia, el de exposición.
- Evitar puestos de conducción que requieran giros del cuerpo.
- Atención a los neumáticos en su caso; usarlos adecuados al tipo de terreno.
- Suspensión de los asientos adaptada al vehículo, con capacidad de regulación en todos los sentidos por parte del usuario.

32. Medidas preventivas y de corrección para reducir la exposición a vibraciones mano-brazo.

- Diseñar o adaptar los equipos o trabajar de tal manera que la fuerza a aplicar en las manos sea la menor posible.
- Usar guías y empuñaduras antivibración adecuadas, teniendo en cuenta que muchos materiales flexibles no reducen la vibración.
- Atención al rendimiento. Altas velocidades generan más vibraciones; velocidades bajas aumentan el tiempo de exposición.
- Ajustar los equipos de aire comprimido a las presiones indicadas por el fabricante.
- Atención al mantenimiento.
 - Herramientas de corte bien afiladas.
 - Montar y equilibrar las herramientas según recomendaciones del fabricante.
 - Lubricar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
 - Sustituir las piezas, engranajes, cadenas y elementos antivibratorios cuando estén desgastados.
 - Atención a los guantes antivibratorios. No son eficaces a medias y bajas frecuencias.

Anexo

Principales disposiciones legales que afectan al sector de la construcción

Real Decreto 1627/1997 de 24.10 (BOE 25.10.1997). Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. **Ver modificaciones.**

Ley 38/1999 de 5.11 (BOE 6.11.1999). Ordenación de la Edificación, desarrollada por el Real Decreto 314/2006 de 17.3 (BB.OO.E 28.3.2006; rect. 25.1.2008).

Real Decreto 314/2006 de 17.3. (BB.OO.E 28.3.2006, rect. 20.12.2007 y 25.1.2008). Aprueba el Código técnico de la edificación. **Ver modificaciones.**

Real Decreto 396/2006 de 31.3.2006 (BOE 11.4.2006). Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Ley 32/2006, de 18.10. (BOE 19.10.2006). Regula la subcontratación en el sector de la construcción, aplicada y desarrollada por el Real Decreto 1109/2007, de 24.8 (BB.OO.E 25.8; rect. 12.9.2007). **Ver modificaciones.**

Real Decreto 105/2008, de 1.2 (BOE 13.2.2008). Por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

NOTA: Actualizado a julio del 2012.

