

PARA LA EVALUACIÓN
Y PREVENCIÓN
DE LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LAS

VIBRACIONES MECÁNICAS

REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre
BOE n° 265, de 5 de noviembre



MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ASUNTOS SOCIALES



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

PARA LA EVALUACIÓN
Y PREVENCIÓN
DE LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LAS

VIBRACIONES MECÁNICAS

REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre
BOE n° 265, de 5 de noviembre



MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ASUNTOS SOCIALES



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5 del Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, tiene entre sus cometidos el relativo a la elaboración de Guías destinadas a la evaluación y prevención de los riesgos laborales.

El Real Decreto 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, encomienda de manera específica, en su disposición final primera, al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, la elaboración y actualización de una Guía Técnica, de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas en los lugares de trabajo.

La presente Guía proporciona criterios y recomendaciones que pueden facilitar la interpretación y aplicación del citado Real Decreto a todas las personas a las que obligue o afecte, especialmente en lo que se refiere a la evaluación de riesgos para la salud de los trabajadores involucrados y en lo concerniente a medidas preventivas aplicables.

Ángel Rubio Ruiz
DIRECTOR DEL INSHT

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. DESARROLLO Y COMENTARIOS AL REAL DECRETO 1311/2005, SOBRE LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS DERIVADOS O QUE PUEDAN DERIVARSE DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES MECÁNICAS	8
Exposición de motivos	8
Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación	9
Artículo 2. Definiciones	10
Artículo 3. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.....	11
Artículo 4. Determinación y evaluación de los riesgos	12
Artículo 5. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición.....	18
Artículo 6. Información y formación de los trabajadores.....	24
Artículo 7. Consulta y participación de los trabajadores	26
Artículo 8. Vigilancia de la salud.....	26
Disposición adicional única. Información de las autoridades laborales.....	30
Disposición transitoria única. Normas transitorias	30
Disposición derogatoria única. Alcance de la derogación normativa.....	31
Disposición final primera. Elaboración y actualización de la guía técnica	31
Disposición final segunda. Facultad de desarrollo	31
Anexo.....	32
III. APÉNDICES	35
Apéndice 1. Efectos sobre la salud y factores de riesgo de la exposición a vibraciones.....	35
Apéndice 2. Evaluación del riesgo.....	39
Apéndice 3. Medición de la aceleración.....	45
IV. FUENTES DE INFORMACIÓN	52
Legislación relacionada.....	52
Normas técnicas.....	52
Publicaciones.....	54
Enlaces de interés	54

I. INTRODUCCIÓN

La presente Guía tiene por objeto facilitar la aplicación del Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre (BOE n° 265 de 5 de noviembre de 2005) sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Este Real Decreto transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva 2002/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones).

El presente documento constituye la guía técnica de carácter no vinculante realizada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para la evaluación y prevención del riesgo derivado de la exposición a vibraciones mecánicas, de acuerdo con lo encomendado a este Organismo por el Real Decreto 1311/2005 en su Disposición final primera.

Aunque esta Guía se refiere exclusivamente a dicho Real Decreto, debe tenerse en cuenta que el mismo se encuadra en la normativa general sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, constituida principalmente por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y sus posteriores modificaciones.

Por tanto, junto a las obligaciones específicas relativas a la prevención y protección de los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, el empresario debe garantizar el cumplimiento de los preceptos de carácter general contenidos en la citada Ley y en el Reglamento.

Para facilitar su consulta la Guía se presenta transcribiendo íntegramente el Real Decreto inscrito en recuadros en color e intercalando, en los preceptos en que se ha considerado oportuno, las observaciones o aclaraciones pertinentes o, cuando éstas son numerosas o complejas, agrupándolas en un apéndice específico al que se hace referencia en el apartado correspondiente.

NOTA:

En los recuadros en color se incluye el texto del Real Decreto 1311/2005.

II. DESARROLLO Y COMENTARIOS AL REAL DECRETO 1311/2005, SOBRE LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS DERIVADOS O QUE PUEDAN DERIVARSE DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES MECÁNICAS

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz.

Según el artículo 6 de la Ley, son las normas reglamentarias las que deben ir concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas y establecer las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre tales medidas se encuentran las destinadas a garantizar la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición a las vibraciones mecánicas.

Asimismo, la seguridad y la salud de los trabajadores han sido objeto de diversos convenios de la Organización Internacional del Trabajo ratificados por España y que, por tanto, forman parte de nuestro ordenamiento jurídico. Destaca, por su carácter general, el Convenio número 155, de 22 de junio de 1981, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, ratificado por España el 26 de julio de 1985.

En el ámbito de la Unión Europea, el artículo 137 del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea establece como objetivo la mejora, en concreto, del entorno de trabajo, para proteger la salud y seguridad de los trabajadores. Con esa base jurídica, la Unión Europea se ha ido dotando en los últimos años de un cuerpo normativo altamente avanzado que se dirige a garantizar un mejor nivel de protección de la salud y de seguridad de los trabajadores.

Ese cuerpo normativo está integrado por diversas directivas específicas. En el ámbito de la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a vibraciones mecánicas, ha sido adoptada la Directiva 2002/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones). Mediante este Real Decreto se procede a la transposición al derecho español del contenido de esta directiva.

El Real Decreto consta de ocho artículos, una disposición adicional, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, dos disposiciones finales y un anexo. La norma determina en su articulado el objeto y el ámbito de aplicación referido a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas como consecuencia de su trabajo; incluye lo que, a los efectos del Real Decreto, debe entenderse por vibración transmitida al sistema mano-brazo y vibración transmitida al cuerpo entero; especifica los valores límite de exposición diaria y los valores de exposición diaria que dan lugar a una acción, tanto para la vibración transmitida al sistema mano-brazo como para la vibración transmitida al cuerpo entero, así como la posibilidad, que la directiva también otorga, de excepcionar determinadas circunstancias y el procedimiento que debe seguirse para ello; prevé diversas especificaciones relativas a la determinación y evaluación de los riesgos, y establece, en primer lugar, la obligación de que el empresario efectúe una evaluación de los niveles de vibraciones mecánicas a que estén expuestos los trabajadores, que incluirá, en caso necesario, una medición; regula las disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible.

También incluye la obligación de que el empresario establezca y ejecute un programa de medidas técnicas y/o de organización, además de un listado de los factores que, especialmente, deben ser tomados en consideración; especifica que los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición e introduce la excepción otorgada por la directiva, de manera que determinadas disposiciones no serán de aplicación en los sectores de la navegación marítima y aérea en lo que respecta a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero en determinadas condiciones y con una serie de garantías adicionales; recoge dos de los derechos básicos en materia preventiva, como son la necesidad de formación de los trabajadores y la información a estos, así como la forma de ejercer los trabajadores su derecho a ser consultados y a participar en los aspectos relacionados con la prevención; se establecen disposiciones relativas a la vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos por exposición a vibraciones mecánicas, teniendo en cuenta que su objetivo es la prevención y el diagnóstico precoz de cualquier daño para la salud como consecuencia de la exposición a vibraciones mecánicas y que los resultados de la vigilancia deberán tenerse en cuenta al aplicar medidas preventivas en un lugar de trabajo concreto.

La propia directiva reconoce que determinados equipos no permiten respetar los valores límite de exposición, debido fundamentalmente a dificultades tecnológicas. Debido a ello, el Real Decreto ha optado por el mantenimiento de períodos transitorios que, sin embargo, no agotan inicialmente los plazos establecidos por la directiva. Al mismo tiempo, el Real Decreto mandata al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para que realice los estudios especializados en materia de vibraciones mecánicas, teniendo en cuenta el estado de la técnica y experiencia obtenida en otros estados. Para no perder la opción de los períodos transitorios que la directiva concede, la norma establece que el Gobierno, a la vista de los estudios realizados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y previa consulta a las organizaciones sindicales y empresariales más representativas, procederá a la modificación del Real Decreto para determinar la fecha definitiva de aplicación de las obligaciones previstas en el artículo 5.3, para lo que podrá prorrogar los plazos hasta los permitidos por la directiva.

La disposición adicional única incluye una disposición que resulta fundamental para dar cumplimiento a lo dispuesto en la directiva. En efecto, con objeto de que el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales cuente con la información pertinente que le permita justificar las excepciones aplicadas en nuestro país, y pueda remitir a la Comisión Europea la información requerida en la directiva, las autoridades laborales competentes deberán remitir cada cuatro años contados desde la entrada en vigor de este Real Decreto al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales la lista de las excepciones que en sus respectivos territorios se apliquen, indicando las circunstancias y razones precisas que fundamentan dichas excepciones.

En la elaboración de este Real Decreto han sido consultadas las organizaciones sindicales y empresariales más representativas y oída la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 4 de noviembre de 2005,

Dispongo:

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.

1. Este Real Decreto tiene por objeto, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente a los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Este Real Decreto, cuyo objeto es la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente a las vibraciones mecánicas, establece disposiciones mínimas para conseguir la reducción de la exposición a las mismas. Con ello, se dismi-

nuirá el riesgo de enfermedades derivadas de dicha exposición, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral (ver apéndice 1).

2. Las disposiciones de este Real Decreto se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas como consecuencia de su trabajo.

Queda incluida cualquier exposición que tenga lugar durante la prestación laboral, sea debida o no a la actividad laboral propia. Así, por ejemplo, la exposición, dentro de un local de trabajo, a las vibraciones generadas por un taller contiguo a él quedaría incluida en el ámbito de aplicación de este Real Decreto. Se incluye asimismo la exposición a vibraciones en los locales y en los medios de transporte de la empresa (por ejemplo, en la cabina de un camión), en las obras de construcción y, en definitiva, en cualquier situación en la que sea aplicable la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

A pesar de que la exposición a vibraciones mecánicas puede tener orígenes muy diversos, una de las principales fuentes de exposición se encuentra en la utilización de máquinas. Si bien en

el campo de aplicación de este Real Decreto se incluyen todas las máquinas e instalaciones productoras de vibraciones mecánicas, se pueden identificar grupos de las mismas en los que existe mayor probabilidad de que los trabajadores estén expuestos a las vibraciones que transmiten y que, en consecuencia, deberían ser objeto de especial atención. En una relación no exhaustiva de ellas, deberían incluirse las máquinas portátiles y/o guiadas a mano para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo y las máquinas móviles para las vibraciones que afectan al cuerpo entero.

Sin embargo, se establecen limitaciones en su aplicación, en determinadas condiciones, en los sectores de la navegación marítima y aérea (Art. 5.4) así como un periodo transitorio para determinados equipos (Disposición transitoria única).

3. Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito previsto en el apartado 1, sin perjuicio de las disposiciones más específicas previstas en este Real Decreto.

El ámbito de aplicación del presente Real Decreto es el mismo que el de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003, de 12 de noviembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, y que el del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención modificado por el Real Decreto 604/2006.

En particular, deben tenerse en cuenta las disposiciones generales de la Leyes 31/1995, 54/2003 y del Real Decreto 39/1997 en temas

como: integración de la prevención en la empresa, principios de la acción preventiva, evaluación de los riesgos, equipos de trabajo y medios de protección, información, consulta y participación de los trabajadores, formación de los trabajadores, medidas de emergencia, trabajadores especialmente sensibles, coordinación de actividades empresariales y vigilancia de la salud, aspectos que en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto están limitados a los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas en el trabajo.

Artículo 2. Definiciones.

A los efectos de este Real Decreto, se entenderá por:

a. Vibración transmitida al sistema mano-brazo: la vibración mecánica que, cuando se transmite al

sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.

El conjunto de efectos para la salud integrado por problemas vasculares, de huesos o de articulaciones y nerviosos o musculares es lo que se conoce con el término "síndrome de vibración mano-brazo" (SVMB). Estos efectos para la salud se pueden presentar simultáneamente o por separado.

El Anexo B de la norma UNE EN 5349-1: 2002 es un anexo informativo que proporciona una guía de los efectos sobre la salud de las vibraciones transmitidas por la mano y aclara aspectos relacionados con el síndrome de vibración mano-brazo.

b. Vibración transmitida al cuerpo entero: la vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

Además de los efectos a los que se refieren los apartados a) y b) del presente artículo, las vibraciones pueden tener efectos sobre la per-

cepción y confort de los trabajadores expuestos a ellas, que no son objeto del presente Real Decreto.

Artículo 3. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.

1. Para la vibración transmitida al sistema mano-brazo:

- a. El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en 5 m/s^2 .
- b. El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $2,5 \text{ m/s}^2$.

La exposición del trabajador a la vibración transmitida al sistema mano-brazo se evaluará o medirá con arreglo a lo dispuesto en el apartado A.1 del anexo.

El nivel de exposición a vibraciones mano-brazo que se compara con el valor límite o con el valor que da lugar a una acción se calcula aplicando los factores de ponderación al valor eficaz

de la aceleración ponderada en frecuencia obtenido en cada eje y realizando la raíz cuadrada de la suma de cuadrados, tal y como se encuentra desarrollado en el apartado A1 del anexo.

2. Para la vibración transmitida al cuerpo entero:

- a. El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en $1,15 \text{ m/s}^2$.
- b. El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $0,5 \text{ m/s}^2$.

La exposición del trabajador a la vibración transmitida al cuerpo entero se evaluará o medirá con arreglo a lo dispuesto en el apartado B.1 del anexo.

El nivel de exposición a vibraciones de cuerpo entero se calcula tomando el mayor de los valores eficaces de la aceleración ponderada en frecuencia

en cada uno de los tres ejes, habiéndoseles aplicado un factor de ponderación según el eje, tal y como se encuentra desarrollado en el apartado B1 del anexo.

Los valores límite representan niveles de exposición que *no deben ser excedidos en ninguna jornada laboral* (con excepción de lo previsto en el artículo 3.3). El nivel de exposición se calcula como el promedio ponderado a lo largo de una jornada de 8 horas, por lo que, aun sin superarse el valor límite (referido a 8 horas), es posible que existan valores instantáneos superiores a 5 m/s^2 y $1,15 \text{ m/s}^2$, respectivamente, para vibraciones mano-brazo y cuerpo entero.

Los valores límite de exposición no delimitan una situación insegura de una situación segura. Asimismo, los valores que dan lugar a una acción no deben entenderse como valores por debajo de los cuales no existe riesgo derivado de la exposición a

vibraciones. Ello dependerá de numerosos factores como la susceptibilidad individual de los trabajadores, trabajar en ambientes fríos o húmedos, etc.

En caso de superarse los valores límite de exposición, deberán tomarse medidas inmediatas para reducir la exposición, así como determinar las causas que han dado lugar a dicha exposición y revisar las medidas de prevención y protección, tal y como establece el artículo 5.3.

En caso de superarse los valores de exposición que dan lugar a una acción, se ejecutará el programa de medidas técnicas y organizativas y se someterá al trabajador a una adecuada vigilancia de la salud, tal y como establece el artículo 5.2.

3. Cuando la exposición de los trabajadores a las vibraciones mecánicas sea de forma habitual inferior a los valores de exposición diaria establecidos en el apartado 1.b) y en el apartado 2.b), pero varíe sustancialmente de un período de trabajo al siguiente y pueda sobrepasar ocasionalmente el valor límite correspondiente, el cálculo del valor medio de exposición a las vibraciones podrá hacerse sobre la base de un período de referencia de 40 horas, en lugar de ocho horas, siempre que pueda justificarse que los riesgos resultantes del régimen de exposición al que está sometido el trabajador son inferiores a los que resultarían de la exposición al valor límite de exposición diaria.

El empresario puede acogerse a este tipo de evaluación basada en períodos de 40 horas, en el caso de actividades que procuren niveles de exposición variables entre jornadas laborales (por ejemplo, en el sector de la Construcción o en operaciones de mantenimiento) cuando en ese puesto de trabajo, y en el transcurso del tiempo, se den simultáneamente las siguientes circunstancias:

- en la mayoría de jornadas no se supera el valor que da lugar a una acción
- en alguna jornada se supera el valor límite.

Se calculará el valor de la aceleración promediado respecto a 40 horas y se comparará con los mismos valores límite expresados en los apartados 1.a) y 2.a) del presente artículo según se trate de vibraciones de mano-brazo o de cuerpo entero, respectivamente, para determinar si la situación es aceptable o no.

En el anexo B de la norma UNE EN ISO 5349-2:2002 se contempla realizar la evaluación de la exposición a las vibraciones mano-brazo para periodos superiores a un día, cuando la exposición cumpla las dos condiciones citadas más arriba (véase apéndice 2).

Dicha circunstancia deberá razonarse por el empresario, ser previamente consultada con los trabajadores y/o sus representantes, constar de forma fehaciente en la evaluación de riesgos laborales y comunicarse a la autoridad laboral mediante el envío a ésta de la parte de la evaluación de riesgos donde se justifica la excepción, para que ésta pueda comprobar que se dan las condiciones motivadoras de la utilización de este procedimiento.

La autoridad laboral competente en cada comunidad autónoma tiene la facultad de comprobar que se dan las circunstancias que se

citan como motivo para realizar la evaluación tomando como período de ponderación 40 horas.

Artículo 4. Determinación y evaluación de los riesgos.

1. El empresario deberá realizar una evaluación y, en caso necesario, la medición de los niveles de vibraciones mecánicas a que estén expuestos los trabajadores, en el marco de lo dispuesto en el artículo

16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y en la sección 1ª del capítulo II del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. La medición deberá efectuarse de conformidad con el apartado A.2 o con el apartado B.2 del anexo, según proceda.

De acuerdo con el artículo 1.2 y teniendo en cuenta las exclusiones contempladas en el artículo 5.4, dicha evaluación debe realizarse para todos los puestos de trabajo en que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a los riesgos de vibraciones mecánicas como consecuencia de su trabajo.

Dicha evaluación consiste en determinar el parámetro A(8), tal como se indica en el Apéndice 2, que depende del tiempo de exposición y de la magnitud de la vibración expresada a través de su aceleración, y compararlo con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite, lo que conducirá a tres posibles escenarios: A(8) está por debajo del valor que da lugar a una acción, está entre éste y el valor límite o está por encima de él. En cada uno de estos supuestos las acciones a realizar serán diferentes según se establece en los artículos 5, 6 y 8.

No será necesario calcular el valor A(8) para realizar la evaluación de riesgos en aquellas situaciones en las que sea evidente que no se alcanzan los valores que dan lugar a una acción estableci-

dos en el artículo 3, a juicio de una persona que tenga la cualificación apropiada según lo dispuesto en el capítulo VI del RD 39/1997 de 17 de enero.

Así, por ejemplo, en las actividades de carácter comercial (tiendas, grandes almacenes, etc.) y administrativo no suele haber exposición a las vibraciones, pero en el caso de que las haya, generalmente, el nivel de exposición es inferior al valor que da lugar a una acción y por tanto en ellas no será habitualmente necesaria la determinación del valor de A(8). En cambio, en actividades en que se utilicen, entre otras, herramientas portátiles rotativas o percutoras o maquinaria de obras públicas o de transporte, la evaluación de riesgos deberá incluir, en general, la evaluación del riesgo de vibraciones mediante la determinación del valor de A(8). En el punto 2 del apéndice 2 sobre evaluación de la exposición se ofrecen ejemplos de situaciones y actividades en las que procede plantear una evaluación detallada del riesgo mediante la determinación de A(8).

2. 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 de la medición, que precisa del uso de aparatos específicos y de una metodología adecuada.

Uno de los parámetros necesarios para la evaluación del riesgo es el tiempo de exposición para cuya determinación debe observarse el método de trabajo utilizado, con el fin de establecer el tiempo durante el cual el trabajador está efectivamente expuesto a las vibraciones. Por ejemplo, la observación del método de trabajo permite determinar que un trabajador dedicado a la reparación de ruedas de automóvil utiliza una pistola neumática durante 40 s en cada rueda que repara. Si en una jornada de 8 horas repara 25 ruedas, el tiempo de exposición a la vibración en esa jornada es de 1000 s, es decir, menos de 20 minutos.

Esa observación pondrá asimismo de manifiesto si el trabajo se realiza en alguna de las condiciones que, como la humedad, las bajas temperaturas, las posiciones forzadas, etc., pueden

agravar los efectos derivados de las vibraciones. (Ver apéndice 1).

Puesto que el procedimiento de evaluación utilizado debe proporcionar confianza sobre su resultado (artículo 5.2 del Reglamento de los Servicios de Prevención), y dado que la evaluación del riesgo de la exposición a vibraciones mecánicas exige conocer la magnitud de las mismas expresada por su aceleración, el procedimiento exigirá bien la medición de la magnitud de la misma, bien su cálculo a partir de datos de la aceleración. Según establece el RD 1435/1992 en los puntos 2.2 y 3.6 de su Anexo 1, dichos datos deben constar en el Manual de Instrucciones para las máquinas portátiles y guiadas a mano y las máquinas móviles, siempre que sobrepasen los valores que se indican más adelante.

Además, tal como se indica en el Apéndice 2 y en la parte IV de la Guía Técnica, existen bases de

datos en las que figuran los valores de las aceleraciones producidas por distintas máquinas.

El RD 1435/1992 en su Anexo 1, puntos 2.2 y 3.6, también establece que se explicitarán las condiciones en las que se realiza la medición de los niveles de vibraciones de cada equipo. Asimismo, las bases de datos, también hacen referencia a las condiciones concretas de operación en el momento de la medición.

Por ello, la observación del trabajo permitirá a su vez poner de manifiesto si las condiciones reales de utilización coinciden con las de determinación del valor de la aceleración dada por el fabricante o por la base de datos. Atendiendo a criterios técnico-preventivos, en caso de ser significativamente diferentes se recomienda recu-

rrir a la medición, según lo descrito en el Apéndice 3.

Es importante tener en cuenta la antigüedad, el estado de conservación y mantenimiento de los equipos y sus accesorios al realizar la evaluación, aspectos cuyas deficiencias contribuyen a un aumento de las vibraciones emitidas. A este respecto puede resultar útil consultar el informe UNE-CR 1030 partes 1 y 2 y en particular el anexo H de la parte 2. En las bases de datos se indica el nivel de vibración de diversos equipos y se da indicación de las condiciones en las que se ha realizado su determinación, por lo que en el caso de que las características del equipo y sus accesorios no coincidan con dichas condiciones, debería recurrirse a la medición.

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.

De acuerdo con los puntos 2.2 y 3.6 del Anexo I del Real Decreto 1435/1992, en el Manual de Instrucciones que debe acompañar a determinadas máquinas debe constar:

- El valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vean expuestos los miembros superiores, cuando exceda de $2,5 \text{ m/s}^2$; cuando la aceleración no exceda de $2,5 \text{ m/s}^2$, se deberá mencionar este particular.

- El valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vea expuesto el cuerpo (en pie o en asiento), cuando exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$; cuando la aceleración no exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$, se deberá mencionar este particular.

En aquellos equipos de trabajo de los que se desconoce la citada información, por haber sido comercializados con anterioridad a la entrada en vigor del Real Decreto 1435/1992, deberá solicitarse al fabricante o acudir a bases de datos como las que se citan en el Apéndice 2.

Los valores anteriores corresponden, respectivamente, a los valores que dan lugar a una acción para la exposición a vibraciones en los casos mano-brazo y cuerpo entero. Por tanto, de acuerdo con la expresión que permite calcular el valor del parámetro $A(8)$, si el tiempo de exposición es de 8 horas, este valor coincide con el valor que da lugar a una acción.

En consecuencia, si se trata de exposición a vibraciones cuya aceleración ponderada en frecuencia no sobrepasa el valor que da lugar a una acción, la sola mención de esta circunstancia así como del tiempo de exposición permiten justificar que es innecesaria una evaluación más detallada, haciéndose constar así en la evaluación de riesgos. En el caso de exposiciones a valores inferiores al valor que da lugar a una acción cuya duración sobrepase 8 horas, será necesario calcular el valor de $A(8)$. Cuando $A(8)$ sea próximo al valor que da lugar a una acción, es recomendable realizar una evaluación más detallada, que podrá incluir la medición de los niveles de vibraciones.

3. La evaluación y la medición mencionadas en el apartado 1 se programarán y efectuarán a intervalos establecidos de conformidad con el artículo 6.2 del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, y serán realizadas por personal que cuente con la titulación superior en prevención de riesgos laborales con la especialidad de higiene industrial, atendiendo a lo dispuesto en los artículos 36 y 37 de dicho reglamento y en su capítulo III, en cuanto a la organización de recursos para el desarrollo de actividades preventivas.

La evaluación de los riesgos deberá mantenerse actualizada y se revisará de acuerdo con lo indicado en el artículo 6.1 del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

Tal como disponen los artículos 4º y 6º del Reglamento de los Servicios de Prevención, con carácter general la evaluación inicial debe repetirse en las siguientes circunstancias:

a) Cuando los puestos de trabajo se vean afectados por:

- la elección de equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, la introducción de nuevas tecnologías o la modificación en el acondicionamiento de los lugares de trabajo;
- por el cambio en las condiciones de trabajo;
- por la incorporación de un trabajador cuyas características personales o estado biológico conocido lo hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.

b) Cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o se haya apreciado, a través de los controles periódicos realizados en virtud de lo dispuesto en el artículo 16.2.a de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que las actividades de prevención pueden ser inadecuadas o insuficientes.

c) Periódicamente, según lo acordado entre la empresa y los representantes de los trabajadores.

Al efectuar dicha revisión, se tendrán en cuenta los resultados de:

a) La investigación sobre las causas de los daños para la salud que, en su caso, se hayan producido.

b) Las actividades para la reducción de los riesgos a que se hace referencia en el apartado 1.a) del artículo 3 del Reglamento de los Servicios de Prevención.

c) Las actividades para el control de los riesgos a que se hace referencia en el apartado 1.b) del artículo 3 del Reglamento de los Servicios de Prevención.

d) El análisis de la situación epidemiológica según los datos aportados por el sistema de información sanitaria u otras fuentes disponibles.

La magnitud de la vibración transmitida por un mismo equipo (taladro, sierra, asiento amortiguador, etc.) depende en gran manera de su estado de conservación y del de los accesorios que utiliza (broca, disco, etc.) puesto que sufren un deterioro por el transcurso del tiempo, cuestión que influirá en la programación de la revisión de la evaluación de riesgos.

Los datos obtenidos de la evaluación y/o de la medición del nivel de exposición a las vibraciones mecánicas se conservarán de manera que permita su consulta posterior. La documentación de la evaluación se ajustará a lo dispuesto en el artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y en el artículo 7 del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

Según el artículo 23 de la Ley 31/1995 el empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación relativa a la evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo, incluido el resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores.

Según el artículo 7 del Real Decreto 39/1997 en dicha documentación deberán reflejarse, para cada puesto de trabajo cuya evaluación ponga de

manifiesto la necesidad de tomar alguna medida preventiva, los siguientes datos:

- a. La identificación del puesto de trabajo.
- b. El riesgo o riesgos existentes y la relación de trabajadores afectados.
- c. El resultado de la evaluación y las medidas preventivas procedentes.
- d. La referencia de los criterios y procedimientos de evaluación y de los métodos de medición utilizados.

4. De conformidad con lo dispuesto en los artículos 15 y 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, el empresario, al evaluar los riesgos, concederá particular atención a los siguientes aspectos:

a) El nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida toda exposición a vibraciones intermitentes o a sacudidas repetidas.

A la hora de establecer el tiempo de exposición para realizar la evaluación del riesgo, se tendrá en cuenta la duración efectiva de la exposición, así

como el tipo de exposición (continuada, intermitente o de impactos), tal y como se detalla en el Apéndice 3.

- b) Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción previstos en el artículo 3.
- c) Todos los efectos que guarden relación con la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles expuestos al riesgo, incluidas las trabajadoras embarazadas.

La obligación de garantizar la protección de los trabajadores especialmente sensibles exige tener en cuenta, en la evaluación de riesgos, los aspectos relacionados con las características personales y la capacidad psicofísica de los trabajadores (artículo 25.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales).

La evaluación de riesgos deberá pues considerar dichas circunstancias (ver apéndice 1) para elaborar un plan de actuación en el caso de que un trabajador expuesto o que vaya a ser expuesto comunique dicha especial sensibilidad o que ésta le sea detectada durante la vigilancia médica.

- d) Todos los efectos indirectos para la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre las vibraciones mecánicas y el lugar de trabajo u otro equipo de trabajo.

Deben tenerse en cuenta los posibles efectos de las vibraciones en otros equipos de trabajo que puedan afectar a la seguridad de los trabajadores. Por ejemplo: verificar si una vibración puede

desestabilizar un andamio o escalera de mano o si la vibración a que está sometida una pieza sobre la que se está trabajando hace más insegura la utilización de la herramienta que utiliza el trabajador.

- e) La información facilitada por los fabricantes del equipo de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa que regula la seguridad en la comercialización de dichos equipos.

El Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE (actualmente codificada junto con todas sus posteriores modificaciones en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo) relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, en su Anexo I sobre "Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y fabricación de las máquinas y de los componentes de seguridad", en el apartado 1.5 "Medidas de seguridad contra otros peligros" punto 9, Vibraciones, indica:

"La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los riesgos que resulten de las vibraciones que ella produzca se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción de las vibraciones, especialmente en la fuente."

En el apartado 2.2 "Máquinas portátiles que se lleven y/o se guíen manualmente" se indicará en su manual de instrucciones:

"el valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vean expuestos los

miembros superiores, cuando exceda de 2,5 m/s², definida por las normas de prueba adecuadas. Cuando la aceleración no exceda de 2,5 m/s², se deberá mencionar este particular.

A falta de normas de prueba aplicables, el fabricante indicará los métodos de medición utilizados y en que condiciones se realizaron las mediciones."

En el apartado 3 "Requisitos esenciales de seguridad y de salud para paliar los riesgos especiales debidos a la movilidad de las máquinas" en el punto 3.6.3. "Manual de instrucciones" indica:

"El manual de instrucciones deberá incluir, junto con las indicaciones mínimas previstas en el punto 1.7.4. las indicaciones siguientes:

a) sobre las vibraciones generadas por la máquina, bien el valor real, bien un valor establecido a partir de la medida efectuada en una máquina idéntica:

- el valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vean expuestos los miembros superiores, cuando exceda de 2,5 m/s²; cuando la aceleración no exceda de 2,5 m/s², deberá mencionarse este particular;

- el valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vea expuesto el cuerpo (en pie o asiento), cuando exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$; cuando la aceleración no exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$, deberá mencionarse este particular.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos relativos a las vibraciones deberán medirse utilizando el código de medición más apropiado que se adapte a la máquina.

El fabricante indicará las condiciones de funcionamiento de la máquina durante las mediciones y los métodos utilizados para dichas mediciones;

b) en el caso de máquinas que permitan varios usos en función del equipo que se les incorpore, el fabricante de la máquina de base, a la cual puedan fijarse equipos intercambiables y el fabricante de los equipos intercambiables, deberán dar la información necesaria para permitir que el montaje y la utilización se hagan con seguridad."

La Directiva 98/37/CE ha sido refundida dando lugar a la Directiva 2006/42/CE y en la misma se establecen las siguientes modificaciones:

En el apartado 1.5.9. *Vibraciones* se añade:

El nivel de vibraciones producidas podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares.

En el apartado 2.2. "*Máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano*" en el manual de instrucciones se añade:

- *la incertidumbre de la medición.*

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos relativos a las vibraciones se deben medir utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina.

Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para ésta, o la referencia a la norma armonizada aplicada.

En el apartado 3. "*Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros debidos a la movilidad de las máquinas*" en el punto 3.6.3. *Manual de instrucciones* se añade:

- *la incertidumbre de la medición.*

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Como se puede apreciar, los puntos más importantes de esta modificación son: que se puede evaluar tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares, que en los valores de las mediciones de las vibraciones debe figurar su incertidumbre correspondiente y que dichas mediciones se deben realizar sobre la propia máquina o una técnicamente comparable.

Esta nueva directiva deroga la Directiva 98/37/CE, deberá estar transpuesta a más tardar el 29 de junio de 2008 y será de aplicación a partir del 29 de diciembre de 2009.

Con independencia de las obligaciones de información anteriores, ligadas exclusivamente a la legislación sobre comercialización de máquinas, deberían extrapolarse asimismo las citadas obligaciones de información a aquellos equipos que, estando excluidos de la citada normativa, puedan exponer al riesgo de vibraciones a sus usuarios y dispongan de normativa específica que obligue a informar de los mismos a sus fabricantes.

En aquellos equipos en uso a los que, por su antigüedad o por carecer de normativa específica, no les sea aplicable la normativa que regula la seguridad en la comercialización de los mismos y, por tanto, carezcan de información de los fabricantes del equipo, les serán de aplicación las obligaciones emanadas del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo que establece en su Anexo I sobre "Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo", en el punto 1.17 que "*Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos*".

Obviamente, la información objetiva para determinar cuáles son las protecciones o dispositivos más adecuados la debe proporcionar la previa y preceptiva evaluación del riesgo derivado de la exposición a vibraciones en el uso de los distintos equipos.

f) La existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a las vibraciones mecánicas.

La evolución técnica de los equipos de trabajo permite la fabricación de herramientas y accesorios más eficaces, de menor vibración y equipados con medios de protección frente a las vibraciones.

Así, en muchos casos la sustitución de una herramienta vieja por una nueva nos permite reducir los dos factores que intervienen en los efectos sobre la salud: el tiempo de exposición, ya que, al ser nor-

malmente de mayor rendimiento el tiempo de utilización para una misma tarea, se reduce para el mismo trabajo y el nivel, pues están dotadas de motores y accesorios mejor equilibrados.

Una buena práctica para estar actualizado, en relación con las herramientas y los accesorios disponibles en el mercado, es el mantener contactos con suministradores de equipos, asociaciones sectoriales, etc.

g) La prolongación de la exposición a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero después del horario de trabajo, bajo responsabilidad del empresario.

La evaluación de riesgos deberá tener en cuenta la realización de horas extras u otras prolongacio-

nes similares de la jornada de trabajo, sean o no esporádicas.

h) Condiciones de trabajo específicas, tales como trabajar a temperaturas bajas.

Los efectos de la exposición a vibraciones se pueden ver potenciados por la presencia de otros agentes, tales como ambientes fríos y húmedos, ruido, etc. Por ello, la evaluación de riesgos y las medidas preventivas que se derivan de ella tendrán en cuenta la exposición combinada a vibra-

ciones y a cualquiera de los agentes citados, conduciendo, en general, a una aplicación más exigente de las respectivas normativas de prevención y a una intensificación de la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos. Véase Apéndice 1.

i) La información apropiada derivada de la vigilancia de la salud de los trabajadores incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible.

La evaluación de riesgos deberá tener en cuenta los resultados de la vigilancia de la salud, así como la información disponible procedente de otras fuentes de carácter bibliográfico de

reconocida solvencia, tales como las citadas en el artículo 5.3 d) del RD 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

5. En función de los resultados de la evaluación, el empresario deberá determinar las medidas que deban adoptarse con arreglo a los artículos 5 y 6 de este Real Decreto, y planificará su ejecución de acuerdo con lo establecido en la sección 2.a del capítulo II del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

En el diagrama de la figura 1, se resumen las medidas que deben aplicarse según los resultados hallados en la valoración de las vibraciones.

Artículo 5. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición.

1. Teniendo en cuenta 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.

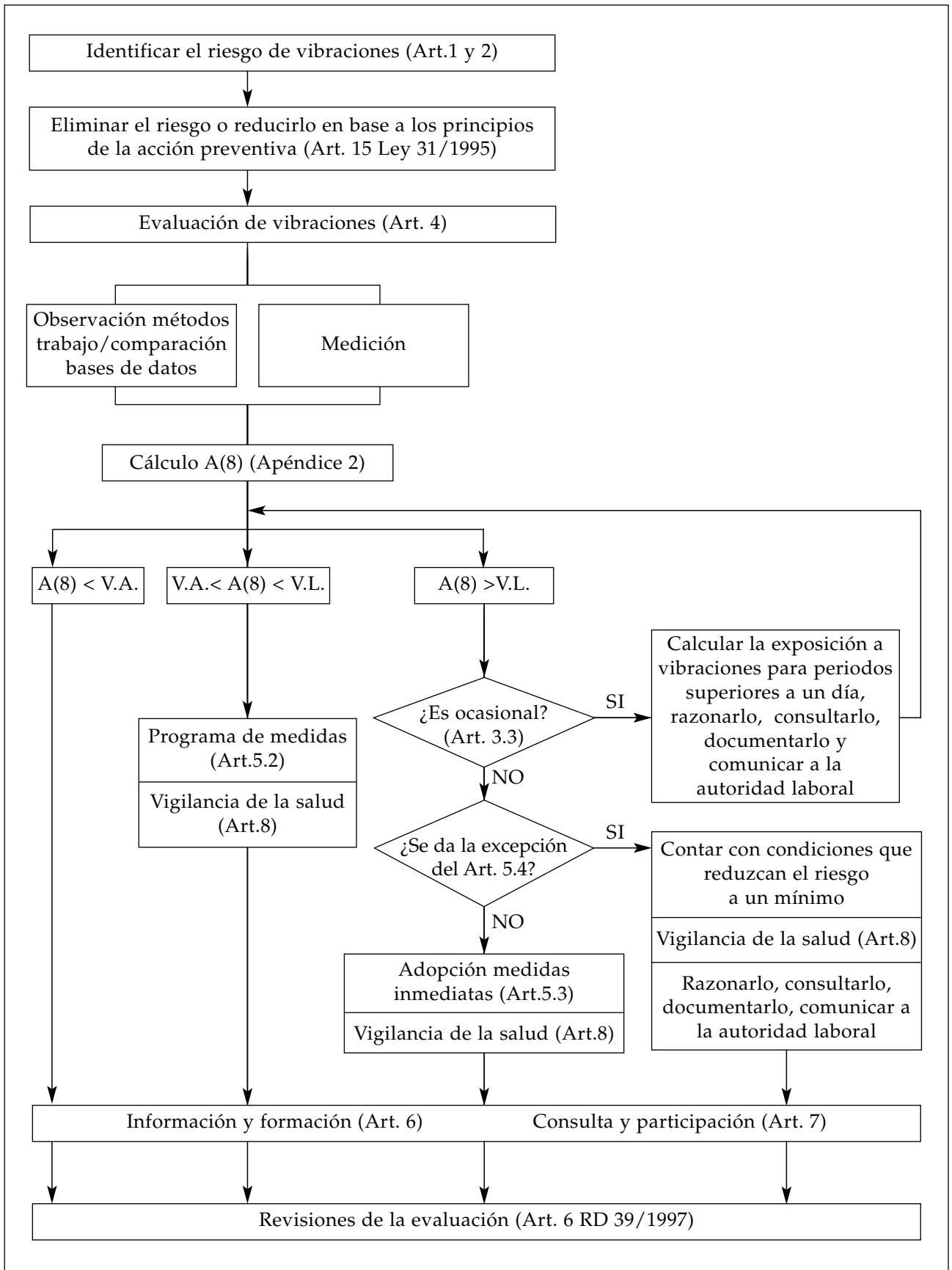


Figura 1 - Diagrama resumen del RD 1311/2005.

Por lo tanto, debe tenerse en cuenta que las obligaciones establecidas por el presente Real Decreto no se limitan al cumplimiento con los valores límite y valores de exposición que dan lugar a una acción, establecidos en el artículo 3. El riesgo derivado de la exposición a vibraciones mecánicas debe, además, eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control en su origen.

A la hora de seleccionar un nuevo equipo de trabajo es importante comprobar en el manual de instrucciones el valor declarado de la emisión de

vibración que el fabricante, en cumplimiento del Real Decreto 1435/1992, debe hacer constar en el mismo.

Con ese valor declarado, podemos entrar en diferentes bases de datos de agrupaciones sectoriales o datos internacionales en Internet y comprobar, a igualdad de características técnicas, dónde se encuentra nuestro equipo de trabajo dentro de los niveles de vibración registrados para ese tipo de equipo de trabajo en el mercado actual.

En el Apéndice 2 se citan algunas páginas web europeas donde aparecen valores de emisión de vibración para algunos equipos de trabajo.

La reducción de estos riesgos se basará en los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

Los principios generales establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales son los siguientes:

- a) Evitar los riesgos.
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c) Combatir los riesgos en su origen.
- d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repeti-

tivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

- e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores."

2. Sobre la base de la evaluación de los riesgos mencionada en el artículo 4, cuando se rebasen los valores establecidos en el apartado 1.b) y en el apartado 2.b) del artículo 3, el empresario 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 ésta, tomando en consideración, especialmente:

El programa al que se alude forma parte de la planificación de la prevención de riesgos laborales citada en el artículo 2 del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y deberá realizarse con sujeción a lo dispuesto en el mismo y contemplando tanto las medidas técnicas de reducción de la exposición a vibraciones como las organizativas, teniendo en cuenta que, como dispone el párrafo primero del apartado 1 del presente artículo, los riesgos deben eliminarse en su origen o

reducirse al nivel más bajo posible, de acuerdo con los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control en su origen.

En particular, y según lo dispuesto en el artículo 9 del Real Decreto 39/1997, el programa de medidas técnicas y/o de organización deberá incluir en todos los casos los medios humanos y materiales necesarios, y establecerse para un período determinado, distinguiendo las fases y prioridades de su desarrollo en función de la magnitud de los riesgos y del número de trabajadores expuestos a los mismos.

a. Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a vibraciones mecánicas.

La modificación de los métodos de trabajo puede incluir cambios de carácter tecnológico (empleo de equipos que generen menos vibraciones, modificaciones de diseño que permitan evitar operaciones que generen vibraciones, etc.) u organizativo (por ejemplo, rotación entre distintos puestos de trabajo que permitan reducir la exposición individual a las vibraciones o implantación de Procedimientos de trabajo que contemplen pausas o descanso (tiempo de recuperación).

En la norma UNE-CR 1030-2:1997 sobre "Vibraciones mano-brazo. Directrices para la reducción de los riesgos por vibraciones. Parte 2: Medidas de gestión en el lugar de trabajo", se

muestran algunos ejemplos prácticos de reducción de las vibraciones mediante el uso de otro proceso:

- Utilización, cuando sea posible, de operaciones de fresado, torneado u otras en lugar de procesos de arranque de metal mediante herramientas mecánicas portátiles como amoladoras y cinceles neumáticos.

- Utilización de métodos de oxicorte y otros métodos de corte en lugar de cinceles neumáticos o amoladoras portátiles para desbarbar piezas de fundición y trabajos similares.

- Utilización de técnicas hidráulicas en vez de neumáticas, de impulsos o de remachados.

b. 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.

La declaración de los valores de emisión por parte del fabricante, suministrador y/o importador permite al empresario comparar máquinas ensayadas con los mismos códigos de ensayo normalizados, de manera que pueda elegir aquellas que impliquen un menor nivel de vibraciones.

Un ejemplo típico de una selección adecuada, podría ser el empleo de un martillo rotativo pequeño en lugar de una taladradora de percusión. El martillo rotativo posee un mecanismo neumático y perfora el hormigón más rápidamente, produce menores vibraciones y requiere menores fuerzas de avance y agarre que una taladradora de percusión con un mecanismo percutor tipo leva.

A la hora de adquirir un vehículo o máquina que requiera la presencia de un conductor, se deberá tener en cuenta tanto la tarea a realizar como el estado del terreno por el que se circulará.

Son de aplicación aquí los comentarios realizados al artículo 4 e) del presente Real Decreto sobre la emisión de vibraciones por equipos de trabajo y

máquinas contenidas en los Reales Decretos 1215/1997 y 1435/1992.

Además, cabe recordar que en el apartado 1.7.4.e) del Anexo I del RD 1435/1992 se establece que en el manual de instrucciones se ofrecerán, si fuera necesario, las prescripciones relativas a la instalación y al montaje de la máquina, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones producidas (por ejemplo, utilización de amortiguadores, tipo y masa de la fundación, etc.).

Por otra parte, el diseño ergonómico de las empuñaduras y los métodos de unión de éstas a las máquinas son los puntos clave a considerar en la reducción de las vibraciones que afectan al sistema mano-brazo. Cuando sea posible elegir, deberán seleccionarse herramientas con empuñaduras u otras superficies en contacto con las manos que presenten un ángulo adecuado, transmitan las fuerzas ejercidas por el operador, presenten una protuberancia apropiada, estén revestidas de un material antideslizante y posean un diámetro adecuado.

c. 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.

Los fabricantes de algunas herramientas mecánicas portátiles equipan sus productos con empuñaduras antivibratorias. En otros casos, es posible dotar de empuñaduras antivibratorias a las herramientas de las que ya se dispone, pero asegurando

que realmente atenúan las vibraciones transmitidas al operario. Por otra parte, la selección de una empuñadura de este tipo debe ser fruto de un compromiso entre la eficacia del aislamiento y la posibilidad de controlar de forma segura la herramienta.

La aplicación sobre las empuñaduras u otras superficies vibrantes de caucho u otros materiales resilientes especialmente desarrollados puede reducir las vibraciones de alta frecuencia transmitidas al sistema mano-brazo (por encima de 200 Hz), sin embargo, es poco probable que se reduzca de forma significativa la transmisión de las vibraciones en el rango de bajas frecuencias.

Cuando se trabaje en condiciones ambientales frías, las empuñaduras de los equipos vibratorios deberían calentarse siempre que fuera posible. Se ha demostrado que algunos sistemas de calentamiento para empuñaduras de sierras de cadena constituyen una medida de prevención muy efectiva en trabajos forestales.

Para las vibraciones transmitidas al cuerpo entero, el diseño de los asientos de vehículos y de sus puntos de anclaje es el elemento prioritario para reducir los niveles de vibraciones transmitidos. Puede darse el caso que los asientos amplifiquen las vibraciones en lugar de atenuarlas, por lo que es muy importante elegir el asiento en función del tipo de vehículo (cargadora, carretilla elevadora, todoterreno, excavadora, etc.). Los parámetros más importantes en los que habrá que fijarse para seleccionar un asiento con suspensión son: frecuencia de corte de la suspensión del asiento, amortiguación, recorrido de la suspensión, dimensiones y reglaje del asiento.

d. Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.

Para muchos equipos de trabajo, las vibraciones producidas durante su funcionamiento varían de manera importante en función de su estado de mantenimiento. Por ello, para los equipos de trabajo en los que se dé tal circunstancia, se deberá incluir en su plan de mantenimiento un apartado específico de control de las vibraciones producidas, comparando el nivel de aquéllas con su valor en la primera puesta en funcionamiento del equipo (correctamente ajustado), y la realización de las operaciones oportunas para minimizar la diferencia entre ambos valores.

Algunos ejemplos de medidas prácticas de mantenimiento para reducir la exposición a vibraciones son: afilar periódicamente las herramientas de corte, reemplazar piezas gastadas, verificar el estado de los cojinetes y engranajes y sustituirlos si están defectuosos, revisar que la presión de los neumáticos sea la correcta, etc.

Los equipos auxiliares a los que se refiere el apartado c) del presente artículo también estarán sometidos a un programa de mantenimiento para garantizar que se mantiene su eficacia a lo largo del tiempo de uso (por ejemplo, empuñaduras antivibratorias, montajes antivibratorios, sistemas de amortiguación, suspensión del asiento, etc.).

e. La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.

Una concepción y disposición apropiadas de los lugares y puestos de trabajo ha de permitir minimizar el número de personas expuestas a las vibraciones, así como reducir al nivel más bajo posible la exposición de dichas personas, recurriendo no sólo al empleo de equipos que generen las mínimas vibraciones, sino también dotando a los lugares y puestos de trabajo de los elementos apropiados que reduzcan la transmisión a través de las estructuras sólidas. En este sentido, hay que tener en cuenta la transmisión de vibraciones

desde los equipos de trabajo a las estructuras del edificio, mediante el empleo de las técnicas de aislamiento más apropiadas en cada caso.

Por otra parte, cuando sea posible, es conveniente controlar las irregularidades del terreno por el que se desplazarán los vehículos, por ejemplo, nivelando y fijando el terreno por el que circulan las máquinas de obras públicas, eliminando obstáculos en las zonas de circulación de carretillas tales como vías férreas, baches, umbrales de puerta, etc.

f. 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 formación e información de los trabajadores reunirá los requisitos establecidos en el artículo 6 del presente Real Decreto.

g. La limitación de la duración e intensidad de la exposición.

Puesto que la capacidad de una vibración para producir daño depende fundamentalmente de la cantidad de energía recibida por el cuerpo, tan importante es reducir la magnitud de la vibración como el tiempo de exposición a la misma, lo que hace necesario establecer algún tipo de rotación entre los trabajadores y que, aún siendo teórica-

mente posible, no suele ser una solución fácil de llevar a la práctica.

Éste puede ser el caso del uso de martillos neumáticos o maquinaria de compactación. En este caso, será necesario reducir la duración de la exposición a vibraciones de los trabajadores mediante medidas de tipo organizativo, como pueda ser la rotación del personal.

h. Una ordenación adecuada del tiempo de trabajo.

Dado que la exposición continuada a las vibraciones se considera que incrementa el daño, con-

viene organizar el horario de trabajo a fin de incorporar periodos de descanso.

i. La aplicación de las medidas necesarias para proteger del frío y de la humedad a los trabajadores expuestos, incluyendo el suministro de ropa adecuada.

Tal y como se ha dicho anteriormente en el artículo 4 h) el frío y la humedad son condiciones ambientales que pueden agravar los efectos de la exposición a vibraciones.

Los trabajadores deben llevar ropa que permita

mantener el cuerpo y las manos secas y un buen nivel de confort térmico, para evitar que la exposición al frío influya sobre los síntomas vasculares causados por la vibración transmitida al sistema mano-brazo.

3. Los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición. Si, a pesar de las medidas adoptadas por el empresario en aplicación de lo dispuesto en este Real Decreto, 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.

El Real Decreto establece en este punto la obligación de aplicar acciones correctoras que reduzcan la exposición con carácter de urgencia, por lo que, además de ejecutar el programa con las medidas técnicas y/u organizativas previstas en el pro-

grama del artículo 5.2 que reduzcan el riesgo de exposición al mínimo, podría adoptar medidas de índole provisional, como la limitación del tiempo de exposición, hasta que se corrijan las condiciones de trabajo de forma estable.

4. Lo dispuesto en el apartado anterior no será de aplicación en los sectores de la navegación marítima y aérea en lo que respecta a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero, cuando, teniendo en cuenta el estado actual de la técnica y las características específicas del lugar de trabajo, no sea posible respetar el valor límite de exposición pese a la puesta en práctica de medidas técnicas y/o de organización.

El uso de esta excepción sólo podrá hacerse en circunstancias debidamente justificadas y respetando los principios generales de la protección de la salud y seguridad de los trabajadores. Para ello el empresario deberá contar con las condiciones que garanticen, teniendo en cuenta las circunstancias

particulares, la reducción a un mínimo de los riesgos derivados de ellas, y siempre que se ofrezca a los trabajadores afectados el refuerzo de la vigilancia de su salud especificado en el último párrafo del artículo 8.1.

La utilización de esta excepción deberá razonarse por el empresario, ser previamente consultada con los trabajadores y/o sus representantes, constar de forma explícita en la evaluación de riesgos laborales y comunicarse a la autoridad laboral mediante el envío a ésta de la parte de la evaluación de riesgos donde se justifica la excepción, para que esta pueda comprobar que se dan las condiciones motivadoras de la utilización de la excepción.

Para esta excepción, que sólo afecta a los sectores de la navegación marítima y aérea y a la exposición a vibraciones de cuerpo entero, la autoridad laboral competente en cada comunidad

autónoma tiene la facultad de comprobar que se dan las circunstancias que se citan como motivo para que el empresario pueda acogerse a dicha excepción.

5. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, el empresario adaptará las medidas mencionadas en este artículo a las necesidades de los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

Determinados trabajadores pueden ser especialmente sensibles a las vibraciones y, por tanto, requerir medidas de protección especiales en virtud de lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley de Prevención

de Riesgos Laborales. Entre esos trabajadores pueden citarse: las mujeres embarazadas (protección del feto), los trabajadores que padezcan o hayan padecido determinadas afecciones, etc. (Ver apéndice 1).

Artículo 6. Información y formación de los trabajadores.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 18.1 y 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, el empresario velará porque los trabajadores expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas en el lugar de trabajo y/o sus representantes reciban información y formación relativas al resultado de la evaluación de los riesgos prevista en el artículo 4.1 de este Real Decreto, en particular sobre:

El artículo 18.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece la obligación del empresario de informar a los trabajadores de los riesgos existentes, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función. Asimismo, la información se hará extensiva a las medidas y actividades de prevención y protección aplicables a los citados riesgos. La información genérica se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de sus representantes, cuando existan. No obstante, la información relativa a los riesgos de un puesto de trabajo determinado debe comunicarse directamente al trabajador de ese puesto.

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, referente a la formación de los trabajadores, dispone que el empresario garantice que cada trabajador reciba formación en materia preventiva en el momento de su contratación, cuando

se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Esta formación, sufragada siempre por la empresa, será teórica y práctica, suficiente y adecuada y estará centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. Deberá impartirse por la empresa mediante recursos propios o ajenos. Sea cual sea la opción elegida, el técnico que la realice acreditará la cualificación requerida en el capítulo VI del Real Decreto 39/1997, que como mínimo corresponderá a funciones de nivel intermedio. Se realizará dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquélla del tiempo invertido en la misma.

Un buen programa formativo es aquel que se adapta a las necesidades de los trabajadores y se somete a un proceso de evaluación y revisión para garantizar su eficacia.

a) Las medidas tomadas en aplicación de este Real Decreto para eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la vibración mecánica;

Es importante que los trabajadores conozcan qué medidas (técnicas y organizativas) deben aplicarse, cuándo y dónde, así como su efectividad según las características del origen y tipo de la exposición.

b) Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.

Los trabajadores conocerán el significado de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, y las distintas acciones que se derivan de su superación.

c) Los resultados de las evaluaciones y mediciones de la vibración mecánica efectuadas en aplicación del artículo 4 y los daños para la salud que podría acarrear el equipo de trabajo utilizado.

Se hará especial énfasis en la incidencia, no sólo del nivel de vibración existente, sino también del tiempo de exposición a dicha vibración, como factores determinantes del riesgo.

d) La conveniencia y el modo de detectar e informar sobre signos de daños para la salud.

Se ofrecerá a los trabajadores informaciones sencillas para reconocer la magnitud de las vibraciones y de los síntomas y signos asociados a ellas cuyos efectos pudieran ser dañinos, como por ejemplo la existencia de hormigueos o pérdidas temporales de sensibilidad después de la exposición a vibraciones. Es importante que la empresa establezca un canal de comunicación efectivo para que los trabajadores informen de la existencia de algún posible indicio de daño (servicio de prevención, responsable de prevención, responsable de la vigilancia de la salud, etc.).

e) Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de su salud.

Las circunstancias en las que un trabajador tiene derecho a la vigilancia de la salud son las que se describen en el artículo 8 del presente Real Decreto. Asimismo, y según el punto 2 del mismo artículo, el trabajador tiene derecho a conocer los resultados de la vigilancia de la salud que se le practique y, previa solicitud, a acceder al historial que le afecte personalmente.

f) Las prácticas de trabajo seguras, para reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas.

Cuando los resultados de la evaluación pongan de manifiesto la necesidad de adoptar medidas específicas de protección o determinadas pautas de comportamiento de los trabajadores para reducir el riesgo de exposición, es recomendable elaborar e implantar procedimientos o, en su caso, instrucciones precisas de trabajo en los que se recojan informaciones tales como:

- la ubicación de las fuentes de generación y emisión de vibraciones,
- los criterios de revisión y mantenimiento de los equipos de trabajo a fin de evitar vibraciones innecesarias,
- la colocación de los equipos generadores de vibraciones donde afecten menos a los demás trabajadores presentes en la zona,
- otras prácticas o procedimientos que permitan la reducción de la exposición a vibraciones.

Artículo 7. Consulta y participación de los trabajadores.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este real decreto y, en particular, respecto a las indicadas a continuación, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18.2 de la Ley 31/1995.

El artículo 18.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece la obligación del empresario de consultar con la debida antelación (artículo 33 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) a los trabajadores y permitir su participación y la elaboración de propuestas en materia de prevención de riesgos laborales, sin que ello vaya en detrimento del derecho del empresario a decidir las acciones que deben tomarse, ni suponga limitación de su responsabilidad en la prevención de los riesgos laborales.

La consulta y participación de los trabajadores sobre las cuestiones a que se refiere este Real Decreto pueden concretarse, a título orientativo, en:

- La evaluación de riesgos y la planificación de las medidas preventivas son dos momentos clave para la participación de los trabajadores. El trabajador, como conocedor del proceso generador de vibraciones, puede aportar información valiosa sobre los momentos críticos o particulares en relación con la exposición, aspecto que puede determinar la estrategia de medición a considerar, así como el diseño del tipo de medida preventiva a implantar.

- Se deberían tener en cuenta las sugerencias del trabajador en relación con la mejora de las soluciones técnicas halladas para el control de las vibraciones, que minimicen la incomodidad en su trabajo e incluso mejoren el resultado de las medidas preventivas.

Artículo 8. Vigilancia de la salud.

Cuando la evaluación de riesgos prevista en el artículo 4.1 ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores, de conformidad con lo dispuesto en este artículo, en el artículo 22 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y en el artículo 37.3 del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

El empresario debe proporcionar una vigilancia de la salud a aquellos trabajadores para los cuales la evaluación de riesgos indica un riesgo para su salud relacionado con las vibraciones.

Esta vigilancia de la salud se garantizará como mínimo en los siguientes casos:

- Trabajadores que estén expuestos de forma continuada a niveles que superen los niveles de acción, es decir $2,5 \text{ m/s}^2$ para las vibraciones mano-brazo o $0,5 \text{ m/s}^2$ para las vibraciones de cuerpo entero.

- Trabajadores que pueden estar expuestos ocasionalmente a niveles que superen los niveles de acción y para los que la evaluación de riesgos, en función de la frecuencia e intensidad de la exposición, revele un riesgo para la salud.

- Trabajadores en los que se haya puesto de manifiesto algún efecto derivado de las vibraciones, los

que sean especialmente sensibles por condiciones personales (por ejemplo: traumatismos en dedos o manos con secuelas vasculares, discopatías) o los que sufran exposiciones concomitantes (por ejemplo: frío, humedad, esfuerzos musculares, postura) que puedan agravar o potenciar el efecto de las mismas, aunque no se superen los niveles de acción.

- Trabajadores que desempeñen su labor en las principales actividades mencionadas en el cuadro de enfermedades profesionales vigente, si la evaluación de riesgos pone de manifiesto un riesgo para su salud derivado de la exposición a vibraciones.

En el Apéndice 1 se detallan algunas lesiones o condiciones de salud que pueden aumentar el riesgo de daños por exposición a vibraciones en el eje mano-brazo y de cuerpo entero.

La vigilancia de la salud, cuyos resultados se tendrán en cuenta al aplicar medidas preventivas en un lugar de trabajo concreto, tendrá como objetivo la prevención y el diagnóstico precoz de cualquier daño para la salud como consecuencia de la exposición a vibraciones mecánicas. Dicha vigilancia será apropiada cuando:

- a. La exposición del trabajador a las vibraciones sea tal que pueda establecerse una relación entre dicha exposición y una enfermedad determinada o un efecto nocivo para la salud.
- b. Haya probabilidades de contraer dicha enfermedad o padecer el efecto nocivo en las condiciones laborales concretas del trabajador.
- c. Existan técnicas probadas para detectar la enfermedad o el efecto nocivo para la salud.

La vigilancia médica de los trabajadores consiste principalmente en disponer de procedimientos para la detección lo más pronto posible de los efectos de las vibraciones sobre los expuestos y en promover y proponer medidas de prevención para evitar su aparición. La protección de la salud de los trabajadores, la identificación de los especialmente sensibles y la evaluación de la efectividad de las medidas técnicas de control son, entre otros, los principales objetivos de la misma.

La característica de "apropiada" se establece en este Real Decreto a través de tres condiciones:

1. Hay evidencia de asociación causal entre el nivel, la duración y las características de la exposición y los daños para la salud. En el cuadro de enfermedades profesionales publicado en el RD 1299/2006, de 10 de noviembre, se consideran relacionadas con las vibraciones las afecciones vasculares y osteoarticulares en el caso de las vibraciones mano-brazo y las discopatías de la columna dorsolumbar en la exposición a vibraciones de cuerpo entero.

2. Existe la posibilidad de que las vibraciones interaccionen con el organismo y que el daño para la salud se actualice debido a las circunstancias concretas de exposición. La aparición de los efectos está ligada no tan sólo a las características de las vibraciones como magnitud, aceleración o frecuencia sino también a las condiciones de exposición, a la duración de la misma y a la posibilidad de transmisión al organismo.

3. Existen métodos y exploraciones complementarias contrastadas que permitan detectar el efecto o daño en cuestión. En el cuadro 1, se especifican

algunos métodos y exploraciones utilizados para la vigilancia médica de los expuestos y diagnóstico de los trabajadores sintomáticos. Algunas de las pruebas son útiles tan sólo en la vigilancia colectiva de los expuestos y otras en el diagnóstico diferencial o de certeza.

El protocolo correspondiente a las neuropatías por presión informado favorablemente por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud y disponible en la página en internet del Ministerio de Sanidad:

<http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/saludLaboral/vigiTrabajadores/protocolos.htm>

puede utilizarse como base para la confección de un protocolo específico para expuestos a vibraciones.

En resumen, la vigilancia de la salud será recomendable cuando, además de que la relación exposición-efecto esté científicamente probada y existan métodos de exploración/detección válidos, haya posibilidad de producción del daño en las condiciones concretas de exposición.

Se entiende además que la intención de la norma es que estas técnicas de exploración/detección deberían ser instrumentos capaces de detectar de forma precoz y fiable los efectos de la exposición, conservando su carácter de inocuas y socialmente aceptables por la población a la que van dirigidas.

En cualquier caso, todo trabajador expuesto a niveles de vibraciones mecánicas superiores a los valores establecidos en el apartado 1.b) y en el apartado 2.b) del artículo 3 tendrá derecho a una vigilancia de la salud apropiada.

Independientemente de que se cumplan las características apuntadas en el apartado anterior,

si la exposición del trabajador supera el valor diario normalizado para un período de referencia de

**CUADRO 1
PRUEBAS PARA LA VIGILANCIA MÉDICA Y DIAGNÓSTICO DE
LOS TRABAJADORES EXPUESTOS**

VIBRACIONES MANO-BRAZO	VIBRACIONES CUERPO ENTERO
CUESTIONARIOS ESPECÍFICOS Antecedentes personales, laborales, hábitos, síntomas	
EXPLORACIÓN FÍSICA Inspección, dolor a la palpación, movilidad, reflejos, sensibilidad	
<i>Afecciones osteoarticulares</i> Exámenes radiológicos <i>Afecciones vasculares</i> Test de provocación por frío Termometría cutánea Pletismografía digital Capilaroscopia periungueal Doppler Test de Allen Test de Adson <i>Afecciones neurológicas</i> Umbral de percepción vibratoria y térmica Destreza manual Test de Roos	Exámenes radiológicos Resonancia magnética

ocho horas que da lugar a una acción (2,5 m/s² para la vibraciones mano-brazo o 0,5 m/s² para las vibraciones de cuerpo entero), el empresario deberá garantizar una vigilancia de la salud apropiada respetando siempre las características generales de la misma y, sobre todo, que dicha vigilancia de la salud esté:

1. Centrada en la detección precoz de las enfermedades o efectos para la salud relacionados con

el tipo de vibraciones a que esté expuesto el trabajador.

2. Pautada, teniendo en cuenta las características de la exposición (intensidad, duración y frecuencia) y las condiciones acompañantes como frío y humedad, esfuerzos musculares, movimientos repetitivos...

3. Basada en métodos de cribado y diagnóstico preclínico acordes con el conocimiento médico - científico del momento.

En aquellos casos señalados en el artículo 3.3 y en el artículo 5.4, en que no pueda garantizarse el respeto del valor límite de exposición, el trabajador tendrá derecho a una vigilancia de la salud reforzada, que podrá incluir un aumento de su periodicidad.

En aquellos casos en los que no se pueda garantizar un nivel de exposición inferior al valor límite por la variabilidad o irregularidad de la misma o por la naturaleza de la actividad, se deberá consi-

derar una vigilancia de la salud más frecuente o completa, lo que podría suponer añadir al cuestionario de síntomas y exploración física básica la realización de pruebas diagnósticas más sofisticadas.

2. La vigilancia de la salud incluirá la elaboración y actualización de la historia clínico-laboral de los trabajadores sujetos a ella con arreglo a lo dispuesto en el apartado 1. El acceso, confidencialidad

y contenido de dichas historias se ajustará a lo establecido en los apartados 2, 3 y 4 del artículo 22 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y el artículo 37.3.c) del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. El trabajador tendrá acceso, previa solicitud, al historial que le afecte personalmente.

La realización de la vigilancia de la salud deberá documentarse y actualizarse tanto a nivel clínico como de exposición, debiendo la unidad básica de salud garantizar la confidencialidad de los datos y el uso de los mismos para el fin para el que han sido recogidos.

El trabajador podrá ejercer su derecho de acceso a los datos que le atañen personalmente y solicitar las copias pertinentes. Sería recomendable que dicha solicitud se realizara por escrito mediante impreso normalizado.

La periodicidad de la vigilancia médica, conforme al RD 39/1997, será como mínimo:

1. Una evaluación de la salud de los trabajadores inicial después de la incorporación al trabajo, después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud o de la introducción de maquinaria nueva. El objetivo de la misma sería disponer de un estado de salud de base que

facilitaría el seguimiento ulterior y la detección de trabajadores especialmente sensibles.

2. Una evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir si guardan relación o pueden atribuirse a la exposición a vibraciones.

3. Una vigilancia de la salud a intervalos periódicos. Esta periodicidad estará en función de las características de la exposición y del trabajador expuesto. Además de facilitar la detección precoz de los efectos de la exposición, puede ser también un momento ideal para recordar a los trabajadores los riesgos ligados a las vibraciones y la forma de reconocer los síntomas, así como buenas prácticas de carácter individual entre las cuales cabe destacar: hacer pausas regulares, mantener la temperatura corporal mediante una vestimenta adecuada, ingerir bebidas o alimentos calientes o hacer ejercicios y masajear los dedos durante las pausas.

3. Cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que un trabajador padece una enfermedad o dolencia diagnosticable que, en opinión del médico responsable de la vigilancia de la salud, sea consecuencia, en todo o en parte, de una exposición a vibraciones mecánicas en el lugar de trabajo:

a. El médico comunicará al trabajador el resultado que le atañe personalmente; en particular, le informará y aconsejará sobre la vigilancia de la salud a que deberá someterse al final de la exposición.

El trabajador debe ser informado de los resultados de la vigilancia médica así como de las acciones derivadas de los hallazgos en la misma y del seguimiento que deberá hacerse una vez haya finalizado la exposición.

El grado que pudieran llegar a alcanzar las lesiones derivadas de una exposición a vibraciones una vez cesada la exposición no se conoce con certeza. Ciertas lesiones, especialmente las de origen nervioso, pueden ser irreversibles. Por ello se debe informar al trabajador acerca de la conveniencia de hacer un seguimiento médico una vez finalizada la exposición para analizar la evolución

de las mismas y las actuaciones subsiguientes.

Con relación a la información individual sobre los resultados de la vigilancia médica, la práctica habitual en las unidades básicas de salud de los servicios de prevención propios es la entrega personal de los resultados por escrito y la comunicación oral por parte del personal sanitario del resultado si éste está alterado. En los servicios de prevención ajenos esa comunicación puede resultar más difícil, por lo que la comunicación podría realizarse por escrito en un primer momento y ser completada, si procede, en el momento de la revisión del caso.

b. El empresario deberá recibir información obtenida a partir de la vigilancia de la salud, conforme a lo establecido en el artículo 22 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

Tal como establece el artículo 22 de la Ley 31/1995, el empresario así como el resto de los integrantes del servicio de prevención y los representantes de los trabajadores deberán ser informados de los resultados de dicha vigilancia en térmi-

nos de aptitud de los trabajadores para el desempeño del puesto de trabajo y de las mejoras necesarias sobre prevención o protección. En el caso de detectar alguna enfermedad profesional relacionada, existe la obligación de notificación.

c. Por su parte, el empresario deberá:

1. Revisar la evaluación de los riesgos efectuada con arreglo al artículo 4.
2. Revisar las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos con arreglo a lo dispuesto en el artículo 5.
3. Tener en cuenta las recomendaciones del médico responsable de la vigilancia de la salud al aplicar cualquiera otra medida que se considere necesaria para eliminar o reducir riesgos de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5, incluida la posibilidad de asignar al trabajador otro trabajo donde no exista riesgo de exposición.
4. Disponer un control continuado de la salud del trabajador afectado y el examen del estado de salud de los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar. En tales casos, el médico responsable de la vigilancia de la salud podrá proponer que las personas expuestas se sometan a un reconocimiento médico.

Una vez confirmada la alteración, el empresario deberá revisar la evaluación de riesgos para comprobar si se ha producido algún cambio en el nivel de exposición o si las medidas preventivas aplicadas son insuficientes o inadecuadas.

El servicio médico responsable de la vigilancia de la salud deberá proponer al empresario medidas de prevención ajustadas a cada uno de los trabajadores con necesidades especiales. Esas medidas pueden consistir desde una mayor periodicidad de la vigilancia a una restricción de tareas, remisión a

un servicio especializado para un diagnóstico de certeza, adaptación del tiempo de trabajo, uso de protecciones personales, una nueva organización del trabajo o incluso un alejamiento temporal o permanente del lugar de trabajo habitual.

La confirmación de un daño por vibraciones en un trabajador añade un nuevo tipo de reconocimiento a los ya comentados. Es el reconocimiento que debe hacerse al grupo de trabajadores del que procede aquél y que se encuentran en una situación de exposición similar.

Disposición adicional única. Información de las autoridades laborales.

A los efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 10.4 de la Directiva 2002/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones), la autoridad laboral competente remitirá cada cuatro años desde la entrada en vigor de este Real Decreto al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales la lista de las excepciones que en sus respectivos territorios se apliquen en virtud de lo dispuesto en los artículos 3.3 y 5.4, indicando las circunstancias y razones precisas que fundamentan dichas excepciones.

Disposición transitoria única. Normas transitorias.

Cuando se utilicen equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores antes del 6 de julio de 2007 y que no permitan respetar los valores límite de exposición habida cuenta de los últimos avances de la técnica y/o de la puesta en práctica de medidas de organización, las obligaciones previstas en el artículo 5.3 no serán de aplicación hasta el 6 de julio de 2008 y, en

el caso particular de los equipos utilizados en los sectores agrícola y silvícola, hasta el 6 de julio de 2011.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, como órgano científico-técnico especializado de la Administración General del Estado, en el ejercicio de su función de investigación, estudio y divulgación en materia de prevención de riesgos laborales de conformidad con el artículo 8 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, deberá realizar antes del 31 de diciembre de 2007 estudios técnicos especializados en materia de vibraciones mecánicas, teniendo en cuenta el estado de la técnica y la experiencia obtenida en otros Estados.

A la vista de tales estudios, el Gobierno, previa consulta a las organizaciones sindicales y empresariales más representativas, procederá a la modificación de este Real Decreto para determinar la fecha definitiva de aplicación de las obligaciones previstas en el artículo 5.3, y podrá prorrogar los plazos a que se refiere el párrafo primero de esta disposición transitoria en los términos del artículo 9 de la Directiva 2002/44/CE, del Parlamento Europeo y de Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones).

Disposición derogatoria única. Alcance de la derogación normativa.

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo previsto en este Real Decreto.

Disposición final primera. Elaboración y actualización de la guía técnica.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5.3 del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, elaborará y mantendrá actualizada una guía técnica de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas.

Se trata de la presente Guía.

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo.

Se autoriza al Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales, previo informe de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, a dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la aplicación y desarrollo de este Real Decreto, así como para incorporar al anexo las adaptaciones de carácter estrictamente técnico adoptadas por la Comisión Europea de conformidad con lo dispuesto en los artículos 11 y 12 de la Directiva 2002/44/CE.

Dado en Madrid, el 4 de noviembre de 2005.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales
JESÚS CALDERA SÁNCHEZ-CAPITÁN

ANEXO

A. Vibración transmitida al sistema mano-brazo

1. Evaluación de la exposición.- La evaluación del nivel de exposición a la vibración transmitida al sistema mano-brazo se basa en el cálculo del valor de exposición diaria, normalizado para un período de referencia de ocho horas, $A(8)$, expresada como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (valor total) de los valores eficaces de aceleración ponderada en frecuencia, determinados según los ejes ortogonales $ahwx$, $ahwy$ y $ahwz$, como se define en los capítulos 4 y 5 y en el anexo A de la norma UNE-EN ISO 5349-1 (2002).

El apéndice 2 de esta Guía detalla las características del procedimiento de evaluación de la exposición a vibraciones.

La evaluación del nivel de exposición puede efectuarse mediante una estimación basada en las informaciones relativas al nivel de emisión de los equipos de trabajo utilizados, proporcionadas por los fabricantes de dichos materiales y mediante la observación de las prácticas de trabajo específicas o mediante medición.

2. Medición.- Cuando se proceda a la medición, de conformidad con el artículo 4.1:

a. Los métodos utilizados podrán implicar un muestreo, que deberá ser representativo de la exposición del trabajador a las vibraciones mecánicas en cuestión; los métodos y aparatos utilizados deberán adaptarse a las características específicas de las vibraciones mecánicas que deban medirse, a los factores ambientales y a las características de los aparatos de medida, con arreglo a la norma UNE-EN ISO 5349-2 (2002).

b. Cuando se trate de aparatos que deban sostenerse con ambas manos, las mediciones deberán realizarse en cada mano. La exposición se determinará por referencia al valor más elevado; también se dará información sobre la otra mano.

En el apéndice 3 de esta Guía se detalla procedimiento de medición de la exposición a vibraciones.

3. Interferencias.- Las disposiciones del artículo 4.4.d) se aplicarán, en particular, cuando las vibraciones mecánicas dificulten la correcta manipulación de los controles o la buena lectura de los aparatos indicadores.

Cuando se realice la evaluación de riesgos deberá tenerse en cuenta la posibilidad de que los niveles de vibración puedan interferir en la adecuada manipulación de los controles o mandos (se puede producir una pérdida de la destreza manual,

un aumento de los umbrales de percepción táctil y/o térmico) o en la lectura de indicadores de un equipo (la vibración puede afectar a la percepción de las señales), originando un riesgo para la seguridad del propio trabajador o de terceras personas.

4. Riesgos indirectos.- Las disposiciones del artículo 4.4.d) se aplicarán, en particular, cuando las vibraciones mecánicas perjudiquen la estabilidad de las estructuras o el buen estado de los elementos de unión.

Ciertos niveles de vibración pueden afectar a la estabilidad de estructuras o a la adecuada fijación de elementos de unión (tornillos, tuercas, juntas, etc.). Cuando se produzca esta situación,

deberán adoptarse medidas para eliminar el riesgo indirecto que supone para los trabajadores (caída de objetos desde altura, colapso de estructuras, etc.).

5. Equipos de protección individual.- Los equipos de protección individual contra la vibración transmitida al sistema mano-brazo pueden contribuir al programa de medidas mencionado en el artículo 5.2.

El uso de guantes antivibratorios puede ayudar a evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones, pero siempre deben ser considerados como un elemento complementario dentro de las medidas de tipo técnico. En la actualidad, la eficacia de los guantes para evitar la transmisión de vibraciones a la mano no está perfectamente demostrada. Los estudios realizados muestran que la mayoría de guantes proporcionan solamente una pequeña atenuación de las vibraciones en las frecuencias más perjudiciales para el trabajador y, en algunos casos, han llegado incluso a incrementar el valor de vibración en la mano. Por lo tanto, en caso de utilizarse guantes antivibratorios deberá asegurarse previamente que no se va a incrementar significativamente la vibración transmitida a la mano. La conformidad con la norma de ensayo UNE-EN ISO 10819:1996 permite considerar un guante como antivibratorio.

Los guantes antivibratorios son equipos de categoría II por estar destinados a proteger contra riesgos de grado medio o elevado. Por ello, los

fabricantes deben someter el prototipo al "examen CE de tipo" por un organismo notificado y, una vez superado este control, estampar el marcado "CE" y elaborar una "declaración de conformidad" donde se certifique que el guante cumple con requisitos esenciales de seguridad y salud. Asimismo, el fabricante suministrará el folleto informativo donde se incluirán los niveles de protección ofrecidos por el guante antivibratorio, entre otros aspectos. Es importante comprobar que el rango de frecuencias donde el fabricante garantiza la atenuación coincida con el rango de frecuencias de interés, especialmente en el rango de 8 Hz a 16 Hz que son las más dañinas en el caso de las transmitidas al sistema mano-brazo.

En el caso de exposición a vibraciones mano-brazo en ambientes fríos, es recomendable el empleo de guantes para mantener las manos calientes, ya que las bajas temperaturas son uno de los factores que pueden contribuir a la aparición del síndrome de Raynaud.

B. Vibración transmitida al cuerpo entero

1. Evaluación de la exposición.- La evaluación del nivel de exposición a las vibraciones se basa en el cálculo de la exposición diaria A(8) expresada como la aceleración continua equivalente para un período de ocho horas, calculada como el mayor de los valores eficaces de las aceleraciones ponderadas en frecuencia determinadas según los tres ejes ortogonales ($1,4a_{wx}$, $1,4a_{wy}$, a_{wz} , para un trabajador sentado o de pie), de conformidad con los capítulos 5, 6 y 7, el anexo A y el anexo B de la norma ISO 2631-1 (1997).

La evaluación del nivel de exposición puede efectuarse mediante una estimación basada en las informaciones relativas al nivel de emisión de los equipos de trabajo utilizados, proporcionadas por los fabricantes de dichos materiales y mediante la observación de las prácticas de trabajo específicas o mediante medición.

Los aspectos técnicos relativos a la determinación del nivel de exposición a vibraciones se

encuentran recogidos en el apéndice 2 de la presente Guía.

En el sector de la navegación marítima podrán tenerse en cuenta únicamente, para la evaluación de las exposiciones, las vibraciones de frecuencia superior a 1 Hz.

La norma ISO 2631-1:1997 considera el rango de frecuencias de interés de 0,5 Hz a 80 Hz para evaluar los efectos a la salud derivados de la exposición a vibraciones de cuerpo entero, excepto en el sector de navegación marítima que

sería por encima de 1 Hz. Según la citada norma no se incluyen las vibraciones de frecuencias inferiores a 0,5 Hz en los efectos sobre la salud ya que éstas son las que producen efectos como el mareo.

2. Medición.- Cuando se proceda a la medición, de conformidad con el artículo 4.1, los métodos utilizados podrán implicar un muestreo, que deberá ser representativo de la exposición del trabajador a las vibraciones mecánicas en cuestión. Los métodos utilizados deberán adaptarse a las características específicas de las vibraciones mecánicas que deban medirse, a los factores ambientales y a las características de los aparatos de medida.

Véase el apéndice 3 de la presente Guía.

3. Interferencias.- Las disposiciones del artículo 4.4.d) se aplicarán, en particular, cuando las vibraciones mecánicas dificulten la correcta manipulación de los controles o la buena lectura de los aparatos indicadores.

4. Riesgos indirectos.- Las disposiciones del artículo 4.4.d) se aplicarán, en particular, cuando las vibraciones mecánicas perjudiquen la estabilidad de las estructuras o el buen estado de los elementos de unión.

5. Prolongación de la exposición.- Las disposiciones del artículo 4.4.g) se aplicarán, en particular, cuando la naturaleza de la actividad implique la utilización por parte de los trabajadores de locales de descanso bajo responsabilidad del empresario; excepto en casos de fuerza mayor, la exposición del cuerpo entero a las vibraciones en estos locales debe reducirse a un nivel compatible con las funciones y condiciones de utilización de estos locales.

La citada norma ISO 2631-1 a la que se hace referencia en el apartado B del Anexo del RD 1311/2005 recoge en su apartado 8, los efectos de

las vibraciones en el confort de las personas expuestas a vibraciones que afectan a todo el cuerpo.

III. APÉNDICES

APÉNDICE 1: EFECTOS SOBRE LA SALUD Y FACTORES DE RIESGO DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

1. INTRODUCCIÓN

La exposición a vibraciones mecánicas está asociada a la aparición de determinadas patologías. Esta asociación se encuentra bien determinada en algunos casos (problemas vasculares, osteoarticulares, nerviosos o musculares, principalmente), mientras que, en otros casos, el conocimiento científico actual no permite extraer resultados concluyentes acerca de la relación causa-efecto.

Este apéndice tiene por objetivo la mención de todos ellos a título orientativo, así como la descripción de otros efectos que no son considerados propiamente efectos sobre la salud sino que inciden sobre el confort de los trabajadores (y por lo tanto influyen sobre su trabajo), aunque ello no sea objeto del Real Decreto 1311/2005.

Se citan además los factores de riesgo de la exposición a vibraciones, es decir, aquellas circunstancias o situaciones que pueden aumentar la probabilidad de sufrir y desarrollar ciertos efectos en los trabajadores y/o agravarlos. Se incluyen

tanto los debidos a factores laborales (aspectos ergonómicos, como posturas forzadas, o exposición simultánea a otros agentes físicos o químicos) como los debidos a características personales de los trabajadores, permanentes o temporales (patologías, embarazo, etc.).

2. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

2.1. Efectos físicos

Las vibraciones de cuerpo entero pueden producir trastornos respiratorios, músculo-esqueléticos, sensoriales, cardiovasculares, efectos sobre el sistema nervioso, sobre el sistema circulatorio o sobre el sistema digestivo.

Las vibraciones mano-brazo pueden causar trastornos vasculares, nerviosos, musculares, de los huesos y de las articulaciones de las extremidades superiores.

En la tabla 1 se especifican los efectos/daños físicos que se han descrito en trabajadores expuestos a vibraciones, según tipo.

TABLA 1
EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

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

2.2. Reacciones de comportamiento

Las vibraciones pueden afectar al rendimiento durante la exposición interfiriendo con las funciones periféricas motoras o sensoriales, con manifestaciones como, por ejemplo, visión borrosa, haciendo que la imagen oscile en la retina y produciendo un deterioro visual, o pueden provocar movimientos corporales involuntarios en el trabajador expuesto. Además, también puede disminuir el rendimiento debido a la fatiga inducida por las vibraciones.

Por otro lado, las vibraciones también pueden interferir en los procesos cognitivos que afectan al rendimiento en las tareas, tales como motivación, ansiedad o nivel de activación, y así tener un efecto generalizado sobre el rendimiento del individuo, pudiendo, además, distraer la atención de la tarea en curso.

El trabajador puede experimentar dichas vibraciones de forma más o menos distorsionada según sus características personales, el tipo de tarea que realiza, y determinados parámetros físicos de las vibraciones, como la aceleración y la frecuencia. Otros factores determinantes de la respuesta subjetiva ante la exposición a vibraciones son el tiempo de exposición, y la dirección de entrada de las vibraciones.

3. FACTORES DE RIESGO

La exposición a vibraciones mano-brazo o de cuerpo entero puede aumentar el riesgo de que se produzcan daños para la salud cuando van asociados a algunos factores laborales o personales.

3.1 Factores laborales

La realización de trabajos en los que se está expuesto a vibraciones mecánicas en posturas fijas o incorrectas, con torsiones frecuentes, movimientos repetitivos, agarrando con fuerza las herramientas vibrantes, o en ambientes fríos y húmedos, constituyen factores de riesgo adicionales.

En lo que se refiere al uso de cinturones o fajas de protección frente a vibraciones transmitidas al cuerpo entero, no existe consenso sobre su utilidad y en algunos casos dicho uso puede constituir en sí mismo un factor de riesgo ya que pueden provocar alteraciones en el sistema cardiovascular, limitaciones en la movilidad del trabajador, reducción en la elasticidad de los músculos y tendones y falsa sensación de seguridad del trabajador, por lo que cuando existan dudas razonables sobre la

idoneidad del uso de fajas o cinturones la decisión se basará en el criterio médico, especialmente cuando los trabajadores tengan algún tipo de patología previa.

Tal como se ha indicado en el último párrafo de los comentarios a la parte A del Anexo al Real Decreto, en el momento de finalizar la redacción de esta Guía no se dispone de equipos de protección individual certificados que sean adecuados para paliar los efectos de las vibraciones transmitidas al cuerpo entero.

3.2 Factores personales

En la tabla 2 se especifican algunos de los factores personales (condiciones previas de salud) que pueden agravar los efectos de la exposición a vibraciones. Pese a ser una condición personal moduladora de la exposición a vibraciones, se dedica un apartado independiente a embarazo y vibraciones debido a su especificidad (ver apartado 3.1).

3.2.1. Embarazo y vibraciones

En la comunicación COM (2000) 466 final, la Comisión Europea aconseja organizar el trabajo de modo que las mujeres embarazadas no realicen actividades que conlleven un riesgo derivado de vibraciones incómodas en todo el cuerpo, especialmente a bajas frecuencias. Los estudios sobre vibraciones y embarazo relacionan esta exposición con un aumento de la incidencia de abortos espontáneos, parto pre-término, complicaciones durante el parto y bajo peso al nacer. No se han descrito efectos relacionados con la lactancia materna.

En la bibliografía consultada no se ha encontrado ningún estudio que permita establecer un valor límite de exposición, a las vibraciones de cuerpo entero, aplicable a mujeres embarazadas. Sin embargo, algunos de estos estudios desaconsejan el trabajo en las siguientes situaciones:

- Conducción de autobuses de largas distancias.
- Conducción de metro, tranvías o equivalentes.
- Conducción de grúas eléctricas.
- Conducción de carretillas elevadoras.
- Conducción de vehículos pesados y de vehículos agrarios.
- Conducción de camiones de transporte.
- Conducción de helicópteros y situaciones de exposición equivalentes.
- Trabajo sobre compactadoras de cemento.

TABLA 2
ALTERACIONES DE LA SALUD QUE PUEDEN AUMENTAR
EL RIESGO DE DAÑOS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

VIBRACIONES MANO-BRAZO	
Generales	Específicas
VASCULARES	<p><i>Síndrome de Raynaud (idiopático)</i></p> <p><i>Fenómeno de Raynaud secundario:</i></p> <p>ENFERMEDADES DEL TEJIDO CONECTIVO: Escleroderma, Lupus eritematoso, Poliarteritis nodosa, dermatomiositis, artritis reumatoide, Síndrome de Sjögren.</p> <p>ENFERMEDADES VASCULARES OCLUSIVAS: Tromboangeitis obliterante, aterosclerosis, trombo-embolismo o aneurisma.</p> <p>COMPRESIÓN VASCULAR: Síndrome del canal torácico, Síndrome costoclavicular, Síndrome por hiperabducción.</p> <p>TRAUMATISMOS: Lesiones en dedos/manos por accidente, fractura o cirugía; congelación, síndrome de inmersión.</p> <p>NEUROGÉNICO: Poliomiелitis, Siringomielia, Hemiplegia.</p> <p>HEMATOLÓGICO: Policitemia vera, Crioproteinemias, Macroglobulinemia, Trombocitosis, Leucemia.</p> <p>AGENTES QUÍMICOS DE ORIGEN LABORAL: Cloruro de vinilo, Arsénico, Nitratos (Ej.: nitroglicerina, nitroglicol)</p> <p>FÁRMACOS: Betabloqueantes, Clonidina, Ergotamínicos, Nitroglicerina, Nicotina, Citostáticos (vinblastina, bleomicina, cisplatino), Ciclosporinas, Metisergide, Anfetaminas, Imipramina.</p> <p>MISCELÁNEA: Vasculitis, Fístula arteriovenosa, Síndrome del Túnel carpiano, Fibromialgia, Enfermedad renal, Hipotiroidismo, Neoplasias, Distrofia del reflejo simpático, Hepatitis B antigénica, Inyecciones intraarteriales.</p> <p><i>Trastornos vasculares periféricos:</i> arteriosclerosis obliterante, tromboangeitis obliterante o enfermedad de Buerger, fístulas arteriovenosas adquiridas, eritromialgia.</p> <p><i>Alteraciones vasculares secundarias a malformaciones, lesiones, fracturas o cirugía en la mano, brazo o cuello.</i></p>
NEUROLÓGICAS	<p><i>Por compresión nerviosa:</i> síndrome del túnel carpiano, síndrome del pronador, síndrome del canal de Guyon, síndrome del túnel cubital, síndrome del canal torácico.</p> <p><i>Neuropatías periféricas:</i> diabética, alcohólica, radiculopatía cervical, tóxica (disolventes, organofosfatos, carbamatos), fármacos (antibióticos, citostáticos)</p> <p><i>Alteraciones del Sistema Nervioso Central:</i> mielopatía compresiva (espondilosis, tumores), degeneración de la médula espinal, esclerosis múltiple.</p> <p>Alteraciones neurológicas secundarias a malformaciones, lesiones, fracturas o cirugía en mano, brazo o cuello.</p>

MUSCULOESQUELÉTICAS	<p><i>Tendinitis o tenosinovitis en extremidad superior.</i></p> <p><i>Enfermedad de Dupuytren</i></p> <p><i>Enfermedades degenerativas óseas o articulares en extremidad superior o en cuello.</i></p> <p><i>Deformidades óseas o articulares importantes en extremidad superior secundarias a deformaciones, lesiones, fracturas o cirugía.</i></p> <p><i>Miopatías.</i></p>
VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO	
General	Específicas
COLUMNA VERTEBRAL	<p>Cambios degenerativos prematuros no relacionados con la edad</p> <p>Lesiones del disco intervertebral con o sin síndrome radicular</p> <p>Inflamaciones agudas</p> <p>Deformaciones vertebrales adquiridas o congénitas</p> <p>Cirugía vertebral</p> <p>Lesiones previas con fractura vertebral</p> <p>Lumbalgia crónica</p>
OTRAS CONDICIONES	<p>Alteraciones de cuello y hombro</p> <p>Gastritis crónica y/o úlceras gastroduodenales</p> <p>Embarazo</p>

APÉNDICE 2: EVALUACIÓN DEL RIESGO

1. PRESENTACIÓN

El artículo 4 del Real Decreto 1311/2005 establece la obligación del empresario de evaluar el riesgo derivado de la exposición a vibraciones. Como norma general, y excepto en aquellos casos en que la naturaleza y el alcance de los riesgos hagan innecesaria una evaluación detallada de éstos, la evaluación se basará en la cuantificación del riesgo, que se llevará a cabo mediante la determinación del parámetro A(8). Este parámetro representa el valor de la exposición diaria a vibraciones, normalizado para un periodo de ocho horas, y se puede obtener por medición de la aceleración o por su estimación a partir de datos disponibles tal y como se detalla en el punto 3.3 de este apéndice.

El valor de A(8) obtenido se compara con el valor límite y/o con el valor que da lugar a una acción, comparación de la que pueden derivarse tres situaciones que darán lugar a diferentes acciones: a) es inferior al valor de acción; b) está entre el valor de acción y el valor límite; y c) está por encima del valor límite.

El valor de A(8), que se determina de manera diferente según se trate de vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo (VMB) o de vibraciones transmitidas al cuerpo entero (VCE), depende de dos factores: la magnitud de la vibración (expresada por su aceleración) y el tiempo de exposición.

Este apéndice trata de establecer las acciones a desarrollar sucesivamente para evaluar el riesgo y, en su caso tomar, como mínimo, las medidas de prevención y corrección previstas en los artículos 5 y 6 del Real Decreto 1311/2005.

2. INDICADORES DE LA EXISTENCIA DE RIESGO

Siempre que se sospeche la existencia de riesgo, éste debe evaluarse.

En caso de que se planteen dudas acerca de ello, hay indicadores que permiten decidir sobre la necesidad de determinar el valor de A(8).

Cuando se trate de exposición a vibraciones que afectan a todo el cuerpo, la Guía Europea "Guide to good practice on Whole-Body Vibration"¹ sugiere plantearse las siguientes cuestiones:

- ¿Conduce fuera de carreteras?
- ¿Conduce o maneja diariamente maquinaria que vibre durante espacios de tiempo considerables?
- ¿Conduce vehículos no diseñados para ser usados en carretera?
- ¿Conduce por vías poco o mal mantenidas?
- ¿Está expuesto a choques o sacudidas?
- ¿Debe adoptar posturas forzadas o manejar cargas manualmente?
- ¿Los fabricantes de la maquinaria que utiliza advierten de riesgo de vibraciones?
- ¿Informan los trabajadores de dolores de espalda?

En el caso de vibraciones transmitidas por el sistema mano-brazo, las preguntas – indicador que sugiere la "Guide to good practice on hand-arm vibration"² son:

- ¿Utiliza herramientas manuales rotativas?
- ¿Utiliza herramientas manuales percutoras o de impacto?
- ¿Advierten los fabricantes o suministradores de sus herramientas de riesgos derivados de las vibraciones?
- ¿Producen sus herramientas hormigueo o entumecimiento de las manos después de utilizarla?
- ¿Alguno de los trabajadores que usan estas herramientas presenta alguno de los síntomas de la exposición a vibraciones?

La respuesta afirmativa a cualquiera de ellas es razón suficiente para llevar a cabo la determinación del valor de la exposición diaria a vibraciones, normalizado para un periodo de ocho horas, A(8).

3. EVALUACIÓN DEL RIESGO

La evaluación del riesgo derivado de la exposición a vibraciones se lleva a cabo determinando el valor del parámetro A(8) y comparándolo con el valor límite y con el valor que da lugar a una acción correspondiente. El resultado de esta comparación llevará a tres situaciones diferentes según el valor de A(8) esté:

^{1,2} Ver bibliografía de la Guía, apartado 4 "Enlaces de Interés".

- Por debajo del valor que da lugar a una acción.
- Entre el valor que da lugar a una acción y el valor límite.
- Por encima del valor límite.

Salvo situaciones de especial susceptibilidad del trabajador, la primera situación indica que el riesgo es aceptable; la segunda implica la necesidad de responder a la situación adoptando una serie de medidas que vienen indicadas en el artículo 5 del Real Decreto 1311/2005; finalmente la tercera obliga a adoptar de inmediato medidas para que, en ningún caso, los trabajadores estén expuestos a un nivel de vibraciones que supere el valor límite según establece, también, el artículo 5.

Debe tenerse en cuenta que el valor del parámetro A(8) se calcula de diferente manera según se trate de vibraciones que afectan a todo el cuerpo o al sistema mano-brazo y según se esté expuesto a una única fuente de vibración o a varias, por lo que cada caso se incluirá en alguna de las cuatro situaciones descritas en el apartado 3.3 de este Apéndice.

3.1 Determinación del tiempo de exposición

Para determinar el valor de A(8) debe conocerse el tiempo durante el que, diariamente, el trabajador está expuesto a las vibraciones. En el caso de que realice diferentes tareas en las que se dé esta circunstancia, deberá conocerse el tiempo de exposición correspondiente a cada una de ellas.

En el caso de que dichas tareas se realicen en forma de ciclos de trabajo deberá determinarse el tiempo de exposición en cada tarea o ciclo de trabajo y el número de veces que éste se realiza en cada jornada laboral.

Es importante que los tiempos medidos se correspondan con los datos de la aceleración que vayan a utilizarse. Es decir, si los datos de la aceleración corresponden a una operación determinada de la máquina, el tiempo de exposición será el correspondiente a aquella operación. Por ejemplo, si disponemos del valor de la aceleración de las vibraciones de una carretilla elevadora cuando va cargada, el tiempo de exposición que debe utilizarse es el correspondiente a cuando va cargada.

3.2 Determinación de la aceleración

El Real Decreto 1311/2005 ofrece dos posibilidades para disponer de los valores de la aceleración ponderada en frecuencia: utilizar datos publicados sobre la misma o medirlos. En el primer

caso pueden utilizarse, teniendo en cuenta las consideraciones que se harán más adelante, los valores que deben figurar en el manual de instrucciones que debe acompañar a cada máquina o bien utilizar los que están disponibles en diferentes bases de datos. En el segundo, el Apéndice 3 de esta Guía recoge las consideraciones a tener en cuenta para medir la aceleración.

3.2.1 Determinación de la aceleración sin medición

Para poder determinar la aceleración sin tener que recurrir a su medición deben cumplirse todas y cada una de las siguientes condiciones:

a) Disponer de los valores de emisión del equipo, que pueden ser suministrados por el fabricante o proceder de otras fuentes.

b) Las condiciones de funcionamiento reales del equipo son similares a aquéllas para las que se han obtenido los niveles de emisión publicados.

c) El equipo debe estar en buenas condiciones y su mantenimiento se realiza según las recomendaciones del fabricante.

d) Las herramientas insertadas y los accesorios utilizados deben ser similares a los empleados para la determinación de los valores declarados de la aceleración.

a) Disponer de los valores de emisión del equipo

a-1) Utilización de datos del fabricante.

El Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, en los puntos 2.2 y 3.6 del Anexo I, relativos a máquinas portátiles o guiadas a mano y a máquinas móviles, respectivamente, establece que el Manual de Instrucciones debe incluir, para dichas máquinas, entre otras indicaciones:

- El valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vean expuestos los miembros superiores, cuando exceda de $2,5 \text{ m/s}^2$; cuando la aceleración no exceda de $2,5 \text{ m/s}^2$ se deberá mencionar este particular.

- El valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vea expuesto

el cuerpo (en pie o asiento), cuando exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$; cuando la aceleración no exceda de $0,5 \text{ m/s}^2$, se deberá mencionar este particular.

En el caso de las vibraciones mano-brazo, los valores de emisión se obtienen aplicando los códigos de ensayo armonizados elaborados por los comités europeos e internacionales de normalización, y (desde el año 2005) se basan en la norma *UNE EN ISO 20643: 2005 Vibración mano-brazo. Máquinas portátiles y guiadas a mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones*. Un ejemplo de ello son la serie de normas EN ISO 8662 para herramientas neumáticas y otras no eléctricas y la serie de normas EN 60745 para las herramientas eléctricas. Muchos de estos códigos de ensayo armonizados están actualmente en revisión.

Los valores de vibración proporcionados por los códigos de ensayo tienden a subestimar el valor real de la vibración de las herramientas cuando éstas son utilizadas en el lugar de trabajo y normalmente se basan en mediciones que se realizan en un solo eje de vibración. El documento técnico CEN/TR 15350: 2005 aconseja que, para estimar el riesgo, los valores de emisión declarados por el fabricante se multipliquen por un factor que depende del tipo de herramienta, según se indica en la siguiente tabla:

Tipo de herramienta	Factor
Herramientas de motor de combustión	1
Herramientas neumáticas	1,5 a 2
Herramientas eléctricas	1,5 a 2

Los fabricantes no están obligados a declarar los valores de emisión de la vibración si están por debajo de $2,5 \text{ m/s}^2$, pero en el caso de que se den, entonces se debería usar dicho valor multiplicado por el factor correspondiente.

Esto no es aplicable a aquellos valores de emisión referenciados a normas publicadas anteriormente a la norma ISO 20643, en ese caso se recomienda utilizar $2,5 \text{ m/s}^2$ para evaluar la exposición en vez de tomar el valor declarado de la vibración.

Para más información sobre estos factores de multiplicación, se recomienda el documento técnico CEN/TR 15350. Cuando no se dispone de una información mejor y se da un rango de factores de multiplicación, entonces se debería usar el factor más alto.

Para las vibraciones que se transmiten al cuerpo entero, los datos de emisión se obtienen por lo

general de códigos de ensayo armonizados. Sin embargo hay muy pocos disponibles y, de acuerdo con la Guía Europea antes citada, en caso de que existan diferencias en los datos de emisión entre máquinas similares son a menudo inferiores al 50%.

a-2) Utilización de datos de otras fuentes.

No siempre es posible disponer de la información del fabricante para obtener la magnitud de la vibración, por lo que en este caso existen otras fuentes de información a las que se puede acudir y a veces son suficientes para decidir si es probable que se superen los valores de exposición que dan lugar a una acción o los valores límites de exposición.

Las Asociaciones de fabricantes pueden disponer de niveles de vibraciones en determinadas máquinas además de los datos que algunos fabricantes ofrecen en sus páginas web sobre los niveles reales de vibración durante el uso real típico de la herramienta. También se pueden encontrar bases de datos en Internet sobre niveles de emisión de vibración para ciertos equipos de trabajo. Esto es muy útil cuando se quiere realizar una evaluación inicial de riesgos por estimación de la exposición a vibraciones.

Entre otras fuentes de información se incluyen los organismos oficiales de reconocido prestigio, las empresas consultoras especializadas en realizar estudios de vibraciones así como publicaciones científicas y/o técnicas y en Internet relacionadas con el tema.

Hay bases de datos desarrolladas en el ámbito europeo que permiten disponer de los valores de la aceleración producida en muchas máquinas, así como las condiciones en que se han obtenido, a las que se puede acceder por tipo, marca y modelo. Pueden consultarse dos de las más importantes en las siguientes direcciones:

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/>
<http://www.las-bb.de/karla/index .htm>

A partir de los datos suministrados puede calcularse el A(8) tal como se indica en el apartado 3.3 del presente apéndice.

Para utilizar estas bases de datos centralizadas europeas, se debe conocer el fabricante, la marca y el modelo del equipo que se está utilizando. En el caso de no disponer de esta información, como punto de partida se puede utilizar la información conocida de otro equipo de trabajo de características similares, sustituyendo los datos provisionales por los definitivos cuando estén disponibles.

Cuando se busque información publicada sobre vibraciones, los factores que hay que tener en cuenta son:

- el tipo de equipo (por ejemplo: martillos rompedores).
- la clase del equipo (por ejemplo: tamaño o potencia).
- la energía de la fuente (por ejemplo: neumática, hidráulica, eléctrica o de combustión).
- cualquier característica antivibratoria (por ejemplo: empuñaduras antivibratorias).
- la velocidad de trabajo.
- el tipo de superficie o material sobre el que se trabaja.
- la tarea que se está realizando con el equipo.

Cuando se manejen datos publicados sobre vibraciones, constituye una buena práctica intentar comparar datos de dos o más fuentes.

b) Las condiciones de funcionamiento reales de la máquina son similares a aquellas para las cuales se han declarado los niveles de emisión

La observación de los métodos de trabajo se centrará en comprobar que las condiciones reales de utilización del equipo son las mismas que las contempladas por el fabricante en el manual de instrucciones.

Los códigos de ensayo especifican las condiciones de funcionamiento que ha de tener la máquina cuando se miden los valores de emisión de la vibración. Dichas condiciones de funcionamiento contenidas en la mayoría de los códigos de ensayo fueron descritas para ser reproducibles y, en algunos casos, esto ha desembocado en condiciones de funcionamiento artificiales. La norma EN ISO 20643 establece que las condiciones de funcionamiento que reflejen situaciones de trabajo reales típicas son preferibles a las condiciones artificiales, y que las condiciones de funcionamiento seleccionadas deberían corresponder a los valores más altos de la vibración que probablemente se den durante el uso típico y normal de la máquina.

Los valores de emisión derivados de la aplicación de los códigos de ensayos publicados antes de 2004 y correspondientes a las condiciones de funcionamiento descritos en ellos, pueden no dar una buena representatividad del uso típico de la máquina.

c) La máquina esté en buenas condiciones y su mantenimiento se realiza de acuerdo con las recomendaciones del fabricante

Hay que tener en cuenta que los valores de emisión de la vibración declarados por el fabricante son medidas realizadas cuando las máquinas son nuevas o casi nuevas.

El mantenimiento deficiente o irregular de las máquinas puede desembocar en cambios sustanciales de los valores emisores de la vibración. Los empresarios deben garantizar que el mantenimiento de las máquinas se realice de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, es la única forma de garantizar que los niveles de emisión van a estar probablemente dentro del rango indicado por el fabricante.

d) Las herramientas insertadas y los accesorios utilizados deben ser similares a los empleados para la determinación de los valores declarados de emisión

Las propiedades de las herramientas insertadas tienen una gran influencia en la emisión de la vibración.

La mayoría de los códigos de ensayo definen las características de las herramientas insertadas. Cuando las herramientas que se insertan en el trabajo real son diferentes de las que se definen en los códigos de ensayo, entonces los valores de la vibración en uno y otro caso difieren considerablemente, pudiendo ser más altos o más bajos.

El fabricante de la máquina o el suministrador puede tener información adicional sobre los valores de emisión con diferentes herramientas insertadas. Por lo tanto, para controlar la vibración en una situación real es importante elegir una herramienta insertada de buena calidad que se adapte a la máquina.

3.2.2 Medición de la aceleración

Tal como se indica en los comentarios al artículo 4, es importante conocer las condiciones en que se han determinado los valores de la aceleración que se contemplan en los apartados anteriores, ya que de serlo en circunstancias significativamente diferentes a las condiciones reales de utilización deberá recurrirse a la medición de la aceleración.

Si se opta por medir la aceleración producida por la vibración, deberá hacerse con instrumental y procedimientos acordes con las normas a las que remite el Anexo del Real Decreto 1311/2005 que se resumen en el Apéndice 3.

Esta medición nos proporcionará los valores eficaces de la aceleración ponderada en frecuencia que permitirán determinar el valor de A(8).

3.3 Cálculo de A(8)

Una vez se dispone del valor de la aceleración y del tiempo de exposición, se está en condiciones de determinar el valor de la exposición diaria a vibraciones normalizado para un periodo de ocho horas $A(8)$. Sin embargo, este cálculo debe enfocarse de distinta forma según se esté expuesto a una sola fuente de vibraciones o a más de una por el hecho de, por ejemplo, manejar varias máquinas que produzcan vibraciones.

3.3.1 Vibraciones de cuerpo entero con una sola fuente de exposición

Se toma como valor del parámetro $A(8)$ el mayor de los tres valores siguientes:

$$A_x(8) = 1,4 a_{wx} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_y(8) = 1,4 a_{wy} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

donde: α_{wz} representa el valor eficaz de la aceleración ponderada en frecuencia según los ejes ortogonales x, y, z (tal como se definen en la norma ISO 2631-1:1997 a la que remite el anexo del Real Decreto 1311/2005); T_{exp} corresponde al tiempo de exposición y T_0 al tiempo de referencia de 8 horas.

3.3.2 Vibraciones de cuerpo entero y exposición a varias fuentes de vibraciones

Se determinan los valores de la exposición diaria a vibraciones parciales en las tres direcciones para cada fuente de exposición de la forma indicada en 3.3.1

A continuación se calcula el valor global en cada eje utilizando la expresión

$$A_i(8) = \sqrt{A_{i1}(8)^2 + A_{i2}(8)^2 + A_{i3}(8)^2 + \dots}$$

donde i se refiere a los ejes x, y, z.

Se toma como valor de la exposición diaria equivalente $A(8)$ el mayor de estos tres valores.

NOTA: Es útil conocer los valores parciales, ya que pueden indicarnos sobre qué componente es más necesario actuar. Lo mismo es aplicable al punto 3.3.4

3.3.3 Vibraciones mano-brazo y una sola fuente de exposición

En este caso el valor de $A(8)$ se determina por:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

donde a_{hv} es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las componentes de la aceleración ponderada en frecuencia en los tres ejes:

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwz}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2)}$$

tal como se define en la norma UNE-EN-ISO 5349, partes 1 y 2, que son las versiones oficiales de la adaptación de la ISO 5349 a que remite el REAL DECRETO 1311/2005.

(En las expresiones anteriores se añade el subíndice "h" (hand) para indicar que se trata de vibraciones mano-brazo).

3.3.4 Vibraciones mano-brazo y exposición a varias fuentes

Se determinan los valores parciales decorrespondientes a cada exposición de la forma indicada en 3.3.3 y a continuación el valor global dado por:

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + \dots}$$

3.4 Evaluación de la exposición a vibraciones para periodos superiores a un día

La norma UNE-EN ISO 5349-2 a la que remite el Real Decreto 1311/2005 con relación a la medición, propone en su Anexo B (informativo) que para la evaluación de la exposición a vibraciones para periodos superiores a un día se utilice la expresión:

$$A_{\text{típica}}(8) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{d=1}^N A_d^2(8)}$$

donde:

$A_d(8)$ es la exposición a vibraciones en el día d
 N es el número de días sobre el que se determina la exposición

$A_{típica}(8)$ es la exposición típica diaria estimada sobre un período de N días

De acuerdo con la anterior expresión y con el Real Decreto 1311/2005, que prevé la posibilidad de evaluar la exposición con referencia a un

periodo de 40 horas bajo las condiciones descritas en su artículo 3, puede utilizarse la siguiente expresión para calcular la exposición a vibraciones:

$$A_{típica}(8) = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{d=1}^5 A_d^2(8)}$$

que se comparará con los valores límite y con los valores que dan lugar a una acción para evaluar el riesgo.

APÉNDICE 3: MEDICIÓN DE LA ACELERACIÓN

1. PRESENTACIÓN

El objeto de este apéndice es el de proporcionar una metodología de medición acorde con los criterios contemplados en el Real Decreto 1311/2005 y las normas a las que éste remite.

Una de las principales novedades de este Real Decreto es la posibilidad de realizar la evaluación de riesgos mediante una estimación basada en la observación de las prácticas de trabajo específicas y en el valor probable de la magnitud de la vibración obtenido a partir de los valores de emisión de vibraciones facilitados por los fabricantes de los equipos de trabajo, eliminando la “obligatoriedad” de tener que medir en el puesto de trabajo, con las dificultades que esto conlleva.

Sin embargo, en los casos en que no se disponga de los valores de emisión o en que las condiciones de exposición o de utilización de las máquinas o herramientas susciten dudas sobre la aplicabilidad de la evaluación mediante estimación, deberá hacerse una medición de la vibración. Esta situación se dará, por ejemplo, en los casos en que la máquina se utilice en condiciones diferentes a aquellas en las que se determinó la aceleración que figura en los datos del fabricante o en las bases de datos.

Para la medición de la aceleración será preciso diseñar una estrategia de medición, adecuada a cada caso concreto, que permita la determinación del valor de la aceleración a que está sometido el trabajador y del tiempo de exposición, parámetros necesarios para poder determinar el valor de $A(8)$ antes mencionado.

Las vibraciones deben medirse según las direcciones de los tres ejes ortogonales, preferiblemente de forma simultánea utilizando tres acelerómetros monoaxiales o uno triaxial.

2. EQUIPOS DE MEDIDA

El instrumento de medida que se usa para medir las vibraciones es el vibrómetro, que está compuesto por el acelerómetro, un dispositivo para tratamiento y salida de datos y el cable de conexión entre ambos. A partir del acelerómetro la señal de vibración puede procesarse de diferentes formas para alcanzar una medición de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia durante un periodo de medida.

En otras ocasiones, se utilizan los analizadores de vibraciones en tiempo real, que son sistemas de medida más sofisticados que permiten almacenar la información en el tiempo y obtener el análisis de frecuencia. Estos sistemas se recomiendan cuando exista alguna duda sobre la calidad de la señal de aceleración, ya que permite detectar la mayoría de distorsiones que pueden ocurrir durante las mediciones (sobrecargas, problemas de montaje del acelerómetro, conexiones defectuosas...) y para identificar frecuencias dominantes y armónicos, es decir, para el control de las vibraciones. Este tipo de equipos de medida también puede ser útil en el caso de choques simples repetidos.

Los equipos de medida y análisis deben cumplir con la Norma UNE-EN ISO 8041: 2006 “Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida”, donde se especifican los requisitos mínimos a cumplir para medir las vibraciones, tales como filtros de ponderación en frecuencia, tolerancias, rango dinámico, sensibilidad, calibración, linealidad y capacidad de sobrecarga.

2.1 Acelerómetros

El acelerómetro es el elemento capaz de detectar la vibración y transformar la energía que transmite en una corriente eléctrica utilizando para ello, por lo general, el efecto piezoeléctrico. Hay acelerómetros monoaxiales, es decir, capaces de medir la aceleración según uno de los ejes, y triaxiales, que lo hacen en los tres ejes simultáneamente. Son preferibles estos últimos ya que con ellos se asegura que se mide la misma vibración en los tres ejes a la vez.

Para cada caso, se selecciona el acelerómetro según sean, entre otras, el tipo de vibración (mano-brazo o cuerpo entero), la magnitud de la vibración esperada, el rango de frecuencia requerido o la curva de respuesta, que normalmente figuran en la carta de calibración o en las especificaciones, así como según sean las características físicas de la superficie sobre la que se va a medir y el ambiente en que se va a utilizar.

2.2 Localización y montaje de los acelerómetros

Los acelerómetros deben fijarse rígidamente a la superficie vibrante y colocarse de manera que interfieran lo mínimo posible en la tarea del traba-

jador, a fin de que la vibración medida sea representativa de la que recibe habitualmente. Una fijación inadecuada puede ser fuente importante de error, por lo que este aspecto debe controlarse cuidadosamente.

En el caso de las **vibraciones mano-brazo** la medición debe realizarse mediante la colocación del acelerómetro en el punto de entrada de la vibración hacia la mano y el brazo del trabajador. Lo más habitual es situarlo en el centro de la zona de agarre, es decir, en la mitad del ancho de la mano cuando se sostiene una herramienta motorizada. Ya que en muchos casos es difícil realizar la medición en este punto, suelen utilizarse adaptadores entre los dedos que se fijan rígidamente a la empuñadura y sobre los que se montan los acelerómetros.

El anexo A de la norma UNE EN ISO 5349-2: 2002 aporta ejemplos de los puntos de localización para herramientas que disponen de empuñaduras o zonas de agarre rígidas. El anexo D desarrolla los métodos para fijar los acelerómetros a las superficies, herramientas o piezas vibrantes y adaptadores a la mano según el tipo de superficie. Debe tenerse en cuenta que el resultado de la medición puede verse afectado por las características de la empuñadura (rígida o con revestimiento flexible) o la fuerza de agarre.

En el caso de las **vibraciones transmitidas al cuerpo entero**, la medición debe hacerse en el lugar donde se produce el contacto entre el cuerpo humano y la fuente de vibración. En el caso de las personas sentadas hay tres puntos importantes: sobre el asiento, en el respaldo y en los pies. Para estas mediciones se utilizan acelerómetros instalados en el interior de un disco semirrígido.

En el caso de que el trabajador esté de pie sobre una superficie vibrante, la medida debe hacerse en la zona en que se apoya el pie con mayor frecuencia; el acelerómetro debe colocarse lo más cerca posible del área de contacto y debe fijarse rígidamente a dicha superficie.

2.3 Consideraciones sobre los instrumentos de medida

Deben tenerse muy en cuenta las prestaciones de los instrumentos que se utilizan en la medición, los cuales deben ser conformes a la normativa vigente. Básicamente debe seleccionarse el tipo de filtro de ponderación en frecuencia específico para las vibraciones mano-brazo o cuerpo entero y el tiempo de medición de la señal generada por la vibración que dependerá de la forma en que se hayan organizado las mediciones.

A cada uno de los valores de la aceleración ponderados en frecuencia obtenidos en cada uno de los tres ejes durante un tiempo de medida, ya sea en vibraciones mano-brazo o vibraciones cuerpo entero, se aplican unos factores multiplicativos para dar el valor total de las vibraciones. En el caso de vibraciones mano-brazo, el factor es $k = 1$, para los tres ejes ortogonales. En el caso de las vibraciones de cuerpo entero, se toma un factor de multiplicación de $k = 1,4$ para las aceleraciones ponderadas en frecuencia de los ejes x e y , y de $k = 1$ para el eje z . Estos factores de multiplicación generalmente se seleccionan en el instrumento de medida, antes de su realización.

Algunos instrumentos permiten obtener el análisis espectral de la vibración, es decir, la aceleración medida en cada una de las bandas de tercio de octava. A partir de ellas puede obtenerse, aplicando los factores de ponderación correspondientes, el valor de la aceleración eficaz.

Asimismo, algunos equipos permiten seleccionar la magnitud de la aceleración máxima que el instrumento puede medir. Se define así el rango real de medida del instrumento. Cuando el instrumento ofrece diferentes rangos de medida a seleccionar por el usuario, se deben realizar pruebas para elegir el más adecuado a cada caso. Por regla general, cuando un instrumento dispone de varios rangos de medida, el rango más adecuado de utilización es aquel en el que el nivel de la medida realizada se sitúe, si es posible, entre el 70% y el 100% de dicho rango, con el fin de que los máximos niveles no se salgan del mismo para evitar la saturación del equipo y la generación de los errores consiguientes.

2.4 Comprobación y verificación de la cadena de medida

a) Comprobaciones regulares de funcionalidad

La cadena de medida completa debe comprobarse antes y después de cada secuencia de medidas utilizando un calibrador de vibraciones que produzca una aceleración sinusoidal a una frecuencia conocida.

b) Verificación rutinaria del sistema de medida

El sistema debe verificarse a intervalos regulares (por ejemplo, cada dos años) y después de cualquier manipulación brusca de alguna parte importante del sistema.

2.5 Principales fuentes de error en la medición

a) Problemas del cable conector

Los fallos en las conexiones entre el acelerómetro y el cable de señal pueden provocar pérdidas de señal, dando lugar a resultados que infravaloren la exposición.

Los fallos en las conexiones del cable también pueden provocar señales eléctricas espurias a las frecuencias de trabajo de la corriente alterna, siendo difícil detectar este fallo cuando se midan las vibraciones en máquinas eléctricas.

En general, se debe tener cuidado en asegurarse de que todas las conexiones del cable sean seguras y que los cables no han sido dañados en ninguna parte.

En particular, en relación con las conexiones al acelerómetro, debe prestarse especial atención en no someter el cable a tensiones indebidas.

b) Efecto triboeléctrico

Los cables, especialmente los de los acelerómetros piezoeléctricos, no deben someterse a altas tensiones mecánicas que generarían perturbaciones eléctricas capaces de distorsionar la señal.

Por ello, se recomienda fijar los cables de transmisión de la señal a la superficie vibrante, cerca del acelerómetro, por ejemplo empleando una cinta adhesiva. Para herramientas manuales neumáticas, generalmente es efectiva la fijación de los cables a intervalos regulares a lo largo de la línea de suministro de aire.

c) Vibraciones en altas frecuencias

La exposición a muy altas aceleraciones en altas frecuencias, por ejemplo en herramientas percutoras desprovistas de un sistema antivibratorio, puede sobrecargar mecánicamente el sistema piezoeléctrico y, como consecuencia, distorsionar la señal de vibraciones dando valores excesivamente altos de aceleración en bajas frecuencias.

Una forma de evitar este problema para las vibraciones mano-brazo puede ser la utilización de filtros mecánicos (véase el anexo C de la norma UNE EN ISO 5349-2:2002).

En algunos casos, las componentes de alta frecuencia de las vibraciones pueden producir saturación del equipo de medida aunque el rango dinámico de interés no se haya excedido. En estos casos se soluciona colocando un filtro de paso bajo con una frecuencia extrema adaptada (por ejemplo, 160 Hz).

d) Pérdida de contacto entre el sujeto y el acelerómetro

En algunas exposiciones, se pueden producir choques con aceleraciones de pico que excedan la aceleración debida a la gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$) en el eje vertical, perdiendo contacto con el asiento. En estas situaciones, no se mide la aceleración a la que el sujeto está expuesto.

Puede ocurrir que el trabajador deje el asiento (por ejemplo cuando se baja del vehículo) y después vuelva a ocuparlo. En estos casos el acelerómetro registrará grandes picos de la aceleración coincidiendo con los momentos de abandonar o regresar al asiento, datos que es importante registrar para no recoger datos erróneos.

3. PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

El objeto de la medición es determinar cuantitativamente, mediante el instrumental adecuado, la magnitud de las vibraciones a la que están expuestos los trabajadores. Por ello, quien haga las mediciones debe asegurarse de que éstas sean representativas de la exposición del trabajador a las vibraciones, para lo cual deben seleccionarse de forma adecuada las operaciones de trabajo a medir y los tiempos de medición correspondientes.

Las tareas que se realizan en un puesto de trabajo comprenden una serie de operaciones, que pueden repetirse a lo largo de la jornada laboral. La exposición a las vibraciones puede variar considerablemente de una operación a otra, debido al uso de diferentes herramientas o a diferentes modos de operación de cada una de estas máquinas.

La evaluación de la exposición a vibraciones por medición consta de las siguientes etapas:

- a) Identificación de las operaciones discretas que constituyen el modo normal de trabajo.
- b) Selección de las operaciones a medir.
- c) Medición de la aceleración para cada operación seleccionada.
- d) Estimación del tiempo de exposición diario representativo de cada operación identificada.

3.1 Vibraciones mano-brazo

La medición se ajustará a los criterios de la norma UNE-EN ISO 5349-2: 2002. "Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la

mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo”.

Las mediciones deben hacerse en los tres ejes de referencia (x_h, y_h, z_h) del sistema de coordenadas ortogonal definido en la primera parte de la norma (figura 1). Entonces, para cada uno de los tres ejes de referencia se obtiene su valor de aceleración continua equivalente ponderada en frecuencia ($a_{hwX}, a_{hwY}, a_{hwZ}$) y a partir de ellos se determina el valor total de aceleración equivalente ponderada en frecuencia mediante la siguiente expresión:

$$a_{hw} = \sqrt{(a_{hwX})^2 + (a_{hwY})^2 + (a_{hwZ})^2}$$

Al colocar el acelerómetro debe tenerse especial cuidado en hacerlo de manera que se respete la orientación de los ejes de coordenadas.

Cuando se trate de herramientas que se utilizan con las dos manos, deben medirse ambas y evaluar con referencia a la magnitud más elevada de las dos.

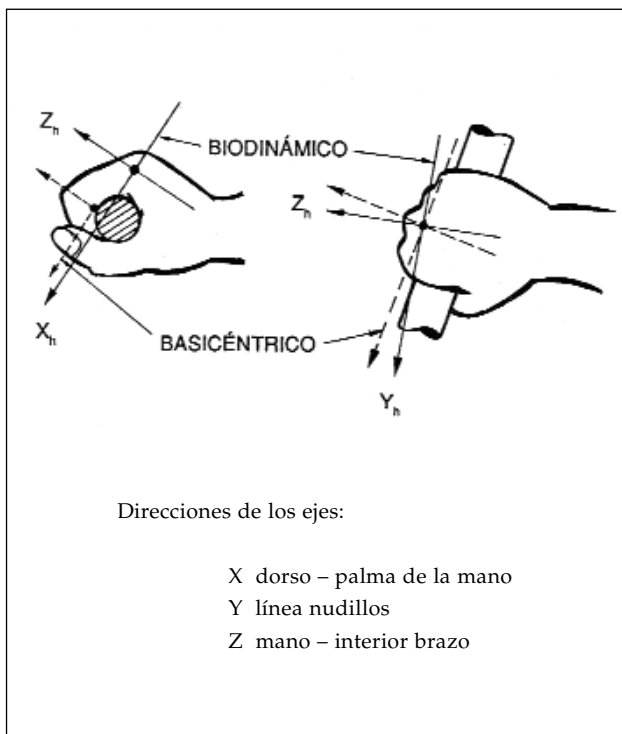


Figura 1 - Sistema de coordenadas

Obsérvese que las direcciones de los ejes se definen con relación al cuerpo, no a su orientación en el espacio.

3.1.1. Preparación del procedimiento de medición

Para evaluar la exposición diaria a las vibraciones, es necesario en primer lugar identificar las operaciones que pueden contribuir significativamente a la exposición y, para cada una de ellas, decidir el método de medida -que dependerá del tipo de operación y de las características ambientales- y la duración de las mismas. Para cada una de dichas operaciones o tareas identificables se obtendrá un valor representativo de la magnitud de las vibraciones.

3.1.2. Selección de las operaciones a medir

Para poder efectuar esta selección es preciso identificar una serie de factores que permiten diferenciar una operación de otra, entre ellos:

- Las fuentes de exposición a las vibraciones (es decir, las máquinas y herramientas que se están empleando);
- Los modos de funcionamiento de cada herramienta, por ejemplo: una sierra de cadena puede funcionar al ralentí, a plena carga cuando se corta un tronco, o a baja carga cuando se cortan ramas laterales.
- Los cambios en las condiciones de funcionamiento que puedan afectar a la exposición a las vibraciones, por ejemplo: un martillo rompedor de pavimento puede comenzar utilizándose en una superficie dura (carretera) seguida de una superficie blanda debajo del asfalto.
- Las herramientas insertadas que afecten a la exposición a las vibraciones, por ejemplo: una lijadora puede usarse con distintos papeles abrasivos, finos y gruesos.
- La información por parte de los trabajadores y supervisores sobre las situaciones de trabajo en las que se pueden producir los mayores niveles de vibración.
- La evaluación por estimación basada en la información correspondiente, en el caso de que se hubiese realizado previamente a ésta.

3.1.3. Organización de las mediciones

La norma UNE-EN-ISO 5349:2 (y en particular su anexo E) establece cuatro formas de organizar la medición que corresponden a llevar a cabo la operación asociada al puesto de trabajo, en cada una de las cuales, además de determinar la magnitud de las vibraciones, habrá que determinar el tiempo de exposición:

a) Mediciones de larga duración en operaciones con equipos en funcionamiento continuado.

Pueden hacerse cuando el equipo funciona de manera continua a lo largo de un tiempo prolongado durante el cual la mano está siempre en contacto con la herramienta o pieza vibrante. Son ejemplos de este caso los trabajos con pisón compactador, con vibradores de hormigón o con segadoras de césped.

Es el caso más sencillo ya que permite llevar a cabo la medición durante intervalos de tiempo largos que proporcionarán valores representativos de la vibración. Sin embargo, es también el caso menos frecuente.

En esta situación, el tiempo de exposición coincide con el tiempo durante el que se emplea el equipo.

b) Mediciones de larga duración en operaciones con equipos en funcionamiento intermitente.

En este caso el equipo no funciona continuamente pero la mano no pierde contacto con el equipo vibrante durante los descansos. Es el caso de operaciones con pulidoras, rompedoras de pavimento, etc.

Las mediciones pueden hacerse durante un periodo representativo del uso normal de la herramienta, que en este caso incluye los cortos descansos sin exposición ya que forman parte del procedimiento normal de trabajo y que el operador no pierde contacto con la herramienta ni altera significativamente la posición de sus manos.

El tiempo de exposición es el tiempo de utilización del equipo.

c) Mediciones de corta duración en operaciones con equipos en funcionamiento intermitente.

Es el caso de las operaciones con equipos que o no trabajan continuamente porque hay descansos durante la operación o las manos del trabajador dejan de tener contacto con la herramienta. Algunos trabajos con cepilladoras, sierras de cadena o martillos neumáticos son ejemplos representativos.

En estos casos se hacen mediciones de corta duración de la magnitud de las vibraciones a lo largo de un periodo de operación continuada.

En el tiempo de exposición no se incluyen ni los descansos ni los periodos en los que las manos pierden el contacto con las vibraciones. Por tanto, el tiempo de exposición coincide con el tiempo de operación.

d) Mediciones de duración fija en operaciones con equipos que producen impactos o choques.

La utilización de algunas herramientas implican estar expuesto a impactos o choques simples o múltiples, con largos periodos de interrupción entre

cada uno de ellos. Es el caso, por ejemplo, de la utilización de llaves de impacto.

En este caso se realizan mediciones de duración fija (que incluyen un número conocido de impactos) de la magnitud ponderada de las vibraciones.

El tiempo de exposición se obtiene multiplicando la duración fija de la medida por el número de impactos por día y dividiendo el resultado por el número de impactos en cada periodo.

3.1.4 Duración de las mediciones

Cuando sea posible, deben tomarse una serie de muestras a diferentes horas del día y promediarlas para obtener una medida representativa de las condiciones reales de exposición.

El promedio de la magnitud de las vibraciones de una serie de N muestras de magnitudes de las vibraciones viene dada por:

donde:

$$a_{hw} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{j=1}^N a_{hwj}^2 t_j}$$

a_{hwj} es la magnitud de las vibraciones medida para la muestra j;

t_j es la duración de la medición de la muestra j.

$$T = \sum_{j=1}^N t_j$$

La duración mínima aceptable depende de las características de la señal, de la instrumentación y del tipo de operación. El tiempo total de medición (es decir, el número de muestras multiplicado por la duración de cada medición) debe ser al menos de 1 minuto y componerse como mínimo de tres muestras para cada operación.

Es preferible tomar un determinado número de muestras de corta duración que una sola muestra de larga duración. Para cada operación deben tomarse al menos tres muestras. Las mediciones de corta duración de tiempo inferior a 8 segundos no son fiables, y deben evitarse.

Cuando no sea posible llevar a cabo las mediciones durante un minuto, se puede recurrir a procedimientos de trabajo simulados, para obtener la duración mínima de medición.

3.1.5 Estimación del tiempo de exposición

Debe obtenerse la duración de la exposición diaria para cada fuente de vibraciones. Normalmente, el tiempo de exposición diario a las vibraciones se basará en:

- una medida del tiempo de exposición real durante un periodo de uso normal (por ejemplo durante un ciclo de trabajo completo, o durante un periodo típico de 30 minutos)
- información sobre la pauta de trabajo (el número de ciclos diarios o duración de la jornada de trabajo)

La principal fuente de información para determinar la pauta de trabajo son los registros de las tareas realizadas, salvo que haya varios trabajadores o no se terminen las operaciones en un día.

Una vez promediadas las vibraciones sobre un ciclo de trabajo completo, el tiempo de exposición diario se obtiene multiplicando la duración de ese ciclo de trabajo por el número de ciclos por día.

Si se mide exclusivamente durante el contacto de la mano con la herramienta y se trata de mediciones de corta duración de operaciones intermitentes, es preciso evaluar el tiempo de contacto diario. Cuando se trate de aparatos que deban sostenerse con ambas manos, las mediciones deberán realizarse en cada mano.

3.2 Vibraciones de cuerpo entero

Las mediciones deben hacerse en los tres ejes de referencia (x, y, z) del sistema de coordenadas ortogonal (figura 2) correspondiente a la postura a evaluar (sentado o de pie), definidos en la norma ISO 2631-1. Se determina el valor de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia (a_{wx} , a_{wy} , a_{wz}) para cada uno de los tres ejes de referencia y a partir de ellos se realiza la evaluación con referencia al mayor de los valores obtenidos, mediante la expresión:

$$a_w = \max [1,4 a_{wx}, 1,4 a_{wy}, a_{wz}]$$

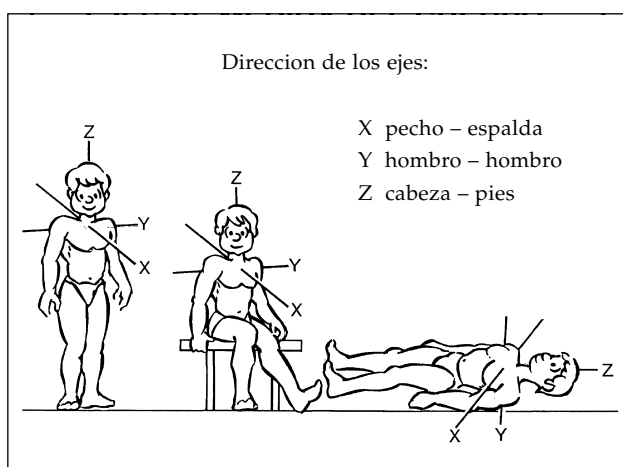


Figura 2 - Sistema de coordenadas

La norma UNE-EN 14253:2004 "Vibraciones mecánicas. Medidas y cálculos de la exposición laboral a las vibraciones de cuerpo completo con referencia a la salud. Guía práctica", que se ha tomado como referencia para los siguientes apartados, amplía lo establecido en la norma ISO 2631-1 siguiendo un esquema similar al de la UNE-EN-ISO 5349-2 que se refiere a las vibraciones mano-brazo.

3.2.1 Preparación del procedimiento de medición

La exposición a las vibraciones de cuerpo entero puede variar sustancialmente de una operación a otra, debido al uso de diferentes tipos de vehículos, por la conducción en diferentes pavimentos, la velocidad de conducción, diferencias entre las operaciones a realizar, etc.

Antes de realizar mediciones, es necesario determinar el "perfil de exposición". Hay que definir exactamente la naturaleza y localización de cada operación y el tiempo de exposición a vibraciones asociada a cada operación, lo que nos permitirá identificar las operaciones que más contribuyen al valor global de $A(8)$, y definir las condiciones en las que debemos efectuar las medidas.

3.2.2 Características de las operaciones a medir

Para cada una de las operaciones en que se vaya a medir el nivel de las vibraciones a que está expuesto el trabajador, hay que identificar:

- Las características de la máquina utilizada (marca, modelo, antigüedad, presión de inflado de los neumáticos, régimen de funcionamiento, etc).
- Las operaciones que se están llevando a cabo con ella (ejemplo: Dumper realizando actividades de carga y descarga).
- La naturaleza del terreno (por ejemplo: asfaltado o sin asfaltar).
- El estado, posición y características del asiento (por ejemplo: con suspensión vertical).
- El tipo de vibración (continua, intermitente, impacto), la dirección predominante de la misma y su origen.
- El número de veces que se realiza la operación o ciclo de trabajo por día.
- La duración media diaria de la operación o ciclo de trabajo.

3.2.3 Organización de las mediciones

Las mediciones se organizarán de diferente forma según sea el tipo de exposición a las vibraciones. Se

suele distinguir entre dos tipos de exposición según se trate de operaciones de larga o corta duración.

1. Si el trabajo consiste en operaciones de larga duración ininterrumpidas, se pueden contemplar, a su vez, dos situaciones;

- Operaciones estacionarias, como conducir un vehículo sobre una autopista sin grandes variaciones de velocidad, en cuyo caso se realizan medidas sobre una parte o una operación completa, que puede incluir cortas interrupciones, como paradas cortas por exigencias del trabajo.

- Operaciones continuas no estacionarias, es decir, los niveles de vibración cambian con el tiempo. Se puede obtener el "perfil de exposición" agrupando periodos de vibraciones sustancialmente diferentes que son estadísticamente estacionarias. Ejemplo de ello sería el agrupamiento por el tipo de caminos (carreteras urbanas, caminos rurales, autopistas).

2. Si el trabajo consiste en operaciones de corta duración bien definidas, a las que van asociadas distintas magnitudes de vibración (carga y descarga con una excavadora, carga, desplazamiento y levantamiento con una carretilla elevadora) se realizan mediciones por separado para cada una de las operaciones y se combina el resultado.

3.2.4 Duración de las mediciones

Es importante establecer el número de medidas a realizar y la duración que deben tener para obtener valores representativos de la exposición a vibraciones durante las 8 horas de la jornada laboral.

Cuando se trate de operaciones largas ininterrumpidas, se recomienda realizar un número N de mediciones, de por lo menos 3 minutos de duración cada una, en diferentes momentos de la jornada, y después determinar el valor ponderado de la magnitud de la vibración de acuerdo con la expresión:

$$a_w = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N a_{wj}^2 t_j}{T}}$$

donde: a_{wj} es el valor medido de la aceleración en la medición j, t_j es la duración de dicha medición y T es la duración total de las mediciones, es decir, la suma de los t_j . Este cálculo se realiza por separado para cada uno de los tres ejes de medida.

En el caso de operaciones de corta duración que se repiten cíclicamente a lo largo de la jornada, cada medida se hará sobre un ciclo completo (mayor de 3 minutos), teniendo en cuenta que el número de ciclos de trabajo sobre los que se hacen las mediciones debe ser el suficiente para que el valor obtenido a partir de ellos sea representativo de la exposición diaria.

Si no existen ciclos, se deben medir las vibraciones en cada una de las operaciones, y en el caso de que no haya ciclos y las operaciones duren menos de tres minutos, se pueden repetir las operaciones hasta llegar a un mínimo de 3 minutos o se puede simular la operación para llegar a obtener muestras de tres minutos por razones de tipo estadístico.

3.2.5 Estimación del tiempo de exposición

Para determinar cuánto tiempo y a qué fuente un operador está expuesto a las vibraciones durante un periodo de tiempo especificado, se pueden usar varias técnicas como análisis de registros en video, cronómetros o muestreos de actividad.

Una fuente de información muy útil son los registros de trabajo, por ejemplo, el número de camiones cargados y descargados por las palas cargadoras.

La duración diaria de la exposición integrada por diversas operaciones o ciclos puede basarse en:

- a) Medida de la exposición real durante una operación o un ciclo de trabajo y
- b) Información sobre el número de operaciones o ciclos de trabajo por día.

IV. FUENTES DE INFORMACIÓN

LEGISLACIÓN RELACIONADA

Legislación española

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 de 10 de noviembre.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE núm. 298 de 13 de diciembre.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. BOE núm. 297 de 11 de diciembre.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas. BOE núm. 33 de 8 de febrero.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27 de 31 de enero.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE núm. 188 de 7 de agosto.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 de 29 de mayo.

Legislación europea

- Directiva del Consejo 89/392/CEE del Consejo, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, de 14 de junio de 1989, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea con fecha 29 de junio de 2006
- Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 98/37/CE que constituía la codificación de la Directiva 89/392/CEE que, con motivo de nuevas modificaciones, ha sido refundida dando lugar a la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea con fecha 9 de junio de 2006.
- Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 2002/44/CE, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones), de 25 de junio de 2002 (decimosexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). Declaración conjunta del Parlamento Europeo y del Consejo. DO L 177 de 6.7.2002, p. 13/20.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea con fecha 9 de junio de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición). Pendiente de transposición.

NORMAS TÉCNICAS

UNE-EN y UNE-EN-ISO

- UNE-EN 12096:1998 Vibración mecánica. Declaración y verificación de los valores de emisión de vibraciones.
- UNE-EN: 13059:2002 Seguridad de las carretillas de manutención. Métodos de ensayo para la medición de vibraciones.

- UNE-EN 1032:2004 Vibraciones mecánicas. Ensayos de maquinaria móvil a fin de determinar el valor de emisión de las vibraciones.
- UNE-EN 14253:2004 “Vibraciones mecánicas. Medidas y cálculos de la exposición laboral a las vibraciones de cuerpo completo con referencia a la salud. Guía práctica”
- UNE-EN-ISO 10819:1996 Vibraciones mecánicas y choques. Vibraciones mano-brazo. Método para la medida y evaluación de la transmisibilidad de la vibración por los guantes a la palma de la mano. (ISO 10819:1996).
- UNE-EN-ISO 5349-1:2002 Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN-ISO 5349-2:2002 Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo.
- UNE-EN-ISO 20643:2005 Vibración mano-brazo. Máquinas portátiles y guiadas a mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones.
- UNE-EN-ISO 8041:2006 Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida.
- UNE-EN-ISO 22867:2006 Maquinaria forestal. Código de ensayo de vibraciones para máquinas portátiles con motor de combustión interna. Vibración en las empuñaduras.

Normas EN y EN-ISO

- EN 12096:1997 Vibración Mecánica- Declaración y verificación de valores de emisión de las vibraciones.
- EN 60745 Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico. Seguridad (serie de normas).
- EN ISO 8041:2005 Respuesta Humana a las vibraciones- Instrumentos de medida.
- EN ISO 20643:2005 Vibración mecánica-Máquinas portátiles y guiadas a mano. Principios para la evaluación de la emisión de la vibración.
- EN ISO 8662 Herramientas a motor portátiles. Medida de las vibraciones en la empuñadura (serie de normas).

Normas ISO

- ISO 2631-1:1997 Vibraciones mecánicas y choques. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo completo. Parte 1: Requisitos Generales.
- ISO 5349-1:2001 Mechanical vibration-Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements.
- ISO 20643:2005 Vibración mecánica-Máquinas portátiles y guiadas a mano. Principios para la evaluación de la emisión de la vibración.

Normas CEN

- CEN/TR 15172-1:2005 Whole-body vibration - Guidelines for vibration hazards reduction - Part 1: Engineering methods by design of machinery.
- CEN/TR 15172-2:2005 Whole-body vibration. Guidelines for vibration hazards reduction. Management measures at the workplace.
- CEN/TR 15350:2006 Vibración Mecánica – Guía para la evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo utilizando la información disponible, incluida la información proporcionada por el fabricante de maquinaria.
- CEN/TR First Committee Draft Munich (Marzo 2005). Vibración mecánica. Guía para la evaluación de la exposición a vibraciones cuerpo completo en el manejo de máquinas de movimiento de tierras.

Informes UNE-CR

- UNE-CR 1030-1:1997 Vibraciones mano-brazo. Directrices para la reducción de riesgos por vibraciones. Parte 1: Métodos de ingeniería para el diseño de máquinas.
- UNE-CR 1030-2:1997 Vibraciones mano-brazo. Directrices para la reducción de riesgos por vibraciones. Parte 2: Medidas de gestión en el lugar de trabajo.

PUBLICACIONES

- ROYSTER, L.H., ROYSTER, J.D. American Industrial Hygiene Association. The noise-vibration problem-solution workbook / Larry H. Royster, Julia Doswell Royster. Fairfax, VA: AIHA, 2002.
- AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health / European Agency for Safety and Health. Bilbao: European Agency for Safety and Health at Work, 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Higiene industrial/ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2ª ed. Madrid: INSHT, 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Higiene industrial. Problemas resueltos / Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid: INSHT, 2006.

ENLACES DE INTERÉS

<http://www.mtas.es/insht/legislation/index.htm>

En esta página se encuentran todas las disposiciones normativas españolas citadas y parte de las directivas europeas. El resto de éstas pueden encontrarse en el Diario Oficial de la Unión Europea DOUE a través del vínculo siguiente: http://www.mtas.es/insht/enlaces/tl_bol.htm

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/>

Base de datos desarrollada en el ámbito europeo que permite disponer de los valores de la aceleración producida en diversas máquinas, así como las condiciones en las que se han obtenido dichos valores.

http://www.las-bb.de/karla/index_.htm

Base de datos desarrollada en el ámbito europeo que permite disponer de los valores de la aceleración producida en diversas máquinas, así como las condiciones en las que se han obtenido dichos valores.

<http://eprints.soton.ac.uk/43479/>

Guía europea de buenas prácticas para las vibraciones de cuerpo entero, con objeto de la puesta en práctica de la Directiva 2002/44/CE sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos que se presentan de los agentes físicos (vibraciones).

<http://eprints.soton.ac.uk/43480/>

Guía europea de buenas prácticas para vibraciones mano-brazo, con objeto de la puesta en práctica de la Directiva 2002/44/CE sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos que se presentan de los agentes físicos (vibraciones).

http://riskobservatory.osha.europa.eu/risks/forecasts/physical_risks

Permite consultar un estudio de la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, que muestra resultados de pronósticos de expertos en riesgos físicos emergentes relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, entre ellos las vibraciones, así como una amplia recopilación bibliográfica.

<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg175.pdf>

En esta página se encuentra una guía de la HSE ("Health and Safety Executive") para el control de los riesgos de las vibraciones mano-brazo. Dicha guía, destinada a los empresarios, facilita la determinación de la existencia de este riesgo y cómo poder controlarlo.

<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg242.pdf>

En esta página se encuentra una guía del la HSE (“Health and Safety Executive”) para el control de los riesgos de las vibraciones de cuerpo entero. Dicha guía, destinada a los empresarios, facilita la determinación de la existencia de este riesgo y cómo poder controlarlo.

<http://www.iaprl.es/>

Web del Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales en la que se encuentran publicadas, y disponibles para descargar, las memorias y fichas de resultados correspondientes a los proyectos: *“Exposición a vibraciones globales en maquinaria de obra pública”* y *“Estudio de la exposición a vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas-herramienta portátiles”*.

Para cualquier observación o sugerencia en relación con esta Guía
puede dirigirse al

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Centro Nacional de Condiciones de Trabajo

C/Dulcet, 2 - 08034 BARCELONA

Tfn. 93 280 01 02 Fax 93 280 36 42

Correo electrónico cncinsht@mtas.es



GT116



9 788474 257540

NIFO: 792-09-018-X
ISBN: 978-84-7425-754-0
DL: M-10402-2008



MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ASUNTOS SOCIALES



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO