

Guía para la valoración de riesgos en pequeñas y medianas empresas

8

Riesgos por vibración del cuerpo entero y vibración localizada mano-brazo

Detección y valoración de riesgos; determinación de medidas



issa

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL | AISS

Comité para la *Prevención en la Industria Metalúrgica*
Comité para la *Electricidad*
Comité para la *Seguridad de Máquinas y Sistemas*

Guía para la valoración de riesgos en pequeñas y medianas empresas

8

Riesgos por vibración del cuerpo entero
y vibración localizada mano-brazo

Detección y valoración
de riesgos;
determinación de medidas



issa

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL | **AISS**

Comité para la Prevención en la Industria Metalúrgica

Comité para la Electricidad

Comité para la Seguridad de Máquinas y Sistemas

Impreso

Autores:

Dr.-Ing. Gerhard Neugebauer
AISS Comité Metal, Alemania

Dipl.-Ing. Laurencia Jancurova
Inspección Nacional de Trabajo, Košice, República Eslovaca

MD Janos Martin
Instituto Nacional para Higiene y Medicina Laboral (OMFI),
Budapest, Hungría

Dipl.-Ing. Zdenek Jandak
SZU, República Checa

Ing. Thomas Manek
AISS Comité Metal, AUVA Austria

Producción general: Verlag Technik & Information e.K.,
Wohlfahrtstrasse 153, 44799 Bochum, Alemania
Tel. +49(0)234-94349-0, Fax +49(0)234-94349-21

Impreso en Alemania, febrero 2010

ISBN 978-3-941441-53-8

Preámbulo

El presente folleto sirve para el cumplimiento de la demanda de valoración de riesgos y disminución de la exposición cuando aparecen vibraciones durante el trabajo y sirve también para la transposición nacional de la Directiva específica „Vibraciones“ (2002/44/CE) en pequeñas y medianas empresas.

El folleto está estructurado como sigue:

- 1. Bases**
- 2. Valoración de riesgos y medidas para la disminución del riesgo**
- 3. Anexo 1 y Anexo 2**

Nota:

El folleto sirve para la aplicación de la Directiva marco sobre la puesta en práctica de medidas para el mejoramiento de la seguridad y de la protección de la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo (89/391/CEE) y de la directiva específica „Vibraciones“ (2002/44/CE). En el caso que existan disposiciones al respecto ya aplica-

das en la legislación nacional entonces éstas tienen que ser consideradas (ver página 23).

La documentación de la valoración de riesgos no es temática de este folleto ya que existen grandes diferencias nacionales en los distintos estados miembros.

Junto al presente folleto están planeados (existen) además folletos sobre los siguientes temas

- Ruido
- Riesgos químicos
- Riesgos eléctricos
- Riesgos por incendio y explosión
- Riesgos causados por máquinas y otros medios de trabajo
- Caída y caída de altura
- Presiones psíquicas (p.ej. trabajos pesados y monótonos)
- Presiones físicas

1. Bases

Los efectos de las vibraciones sobre las personas abarcan las molestias, la disminución del rendimiento pasando por el riesgo para la salud hasta el daño de la salud. Las vibraciones que actúan sobre las personas también son llamadas pulsaciones o pulsaciones humanas.

Las vibraciones se manifiestan como

- **Vibraciones localizadas mano-brazo** durante trabajos con máquinas-herramientas vibrantes, p.ej. al trabajar con esmeriladoras, martillos de cincelado, apisonadoras y placas vibrantes, martillos quebrantadores, martillos picadores y taladros, sierras de cadena.

- **Vibraciones del cuerpo entero**

en máquinas de trabajo móviles, p.ej. en camiones empleados en obras de construcción, en máquinas de trabajo forestales, en niveladoras, en cargadores de rueda y de cadena, en tractores, en carretillas elevadoras sobre terrenos desnivelados, en vehículos militares.

También son posibles los riesgos en puestos de trabajo estacionarios si éstos se encuentran al lado de grandes máquinas, p.ej. cuadros de control junto a compresores o troqueladoras.

El efecto peligroso de herramientas o máquinas vibrantes se conoce desde hace mucho tiempo pero a menudo se subestima.

1.1 | Seguridad y protección de la salud

A las vibraciones están expuestas las personas afectadas o también algunas partes de su cuerpo.

Como **Vibraciones del cuerpo entero** (VCE) se denominan los efectos de las pulsaciones/vibraciones sobre las asentaderas o la espalda en actividades en posición sentado, sobre los pies en procedimientos de trabajo en posición de pie o sobre la cabeza y la espalda en trabajos en posición acostado. Aquí todo el cuerpo está expuesto a las vibraciones.

También en nuestro tiempo libre, p.ej. durante el viaje diario con el automóvil o la motocicleta, estamos expuestos a las vibraciones del cuerpo entero.



En las **Vibraciones mano-brazo (VMB)** las pulsaciones actúan sobre las personas a través de las manos, de tal forma que sólo o principalmente el sistema mano-brazo llega a ser estimulado.

La vibraciones mano-brazo se transmiten p.ej. durante trabajos que se realizan sosteniendo con la mano máquinas accionadas eléctrica o neumáticamente. Así, p.ej., también cuando se corta el seto con las tijeras eléctricas de jardín.



Vibraciones y salud

Como sucede con el ruido también para las vibraciones se conocen una serie de parámetros de influencia y efectos sobre la salud.

El riesgo para la salud depende de la vía de ingreso al cuerpo humano, de la intensidad del efecto y de una repetición diaria de la exposición durante años.

¡Evite este riesgo!

La exposición de las personas depende de

- la intensidad de las vibraciones,
- la frecuencia,
- la duración del efecto,
- la forma de trabajar y
- la labor a realizar.

Para la experiencia individual también son de importancia, entre otros

- el estado de salud,
- el tipo de las labores a realizar y
- la actitud y la expectativa.

Los riesgos surgen cuando vibraciones **fuertemente perceptibles**

- actúan sobre el sistema mano-brazo y
- son transmitidas al cuerpo de la persona parada o sentada.

Vibraciones mano-brazo

Las vibraciones mano-brazo dañan la percepción subjetiva, la coordinación de la motricidad fina y la capacidad de rendimiento y, en caso de exposición por muchos años, pueden provocar además

- trastornos de irrigación sanguínea,
- trastornos de nervios,
- alteración de músculos y
- daños en huesos y articulaciones.

Largas exposiciones a las vibraciones en el área de alta frecuencia pueden ocasionar **trastornos de irrigación sanguínea** en los dedos los cuales se manifiestan mediante entumecimiento en forma de ataque y también mediante la coloración blanca de los dedos (**enfermedad de los dedos blancos**).

Estos trastornos que se derivan de los efectos de las vibraciones también se denomina síndrome vasoespático condicionado por la vibración.

Las fuertes vibraciones mano-brazo en el área de baja frecuencia pueden provocar alteraciones degenerativas de los huesos de las manos, de las muñecas, del codo y de los hombros. Estas alteraciones están asociadas a dolores y restricciones del movimiento.

Los **daños de las articulaciones** pueden presentarse en las siguientes articulaciones:

- muñeca
- articulación cubital
- articulación escapulo humeral.

En el área del hueso carpiano puede producirse además la muerte del hueso semilunar así como la fractura por fatiga.

Los trabajos en la frialdad aumentan el riesgo de que se produzcan estas dolencias.

Las **vibraciones del cuerpo** entero pueden

- influenciar las funciones de los sentidos (alteraciones del equilibrio, cinetosis, trastornos de la visión),
- perjudicar la coordinación de la motricidad fina y la capacidad de rendimiento,
- provocar dolencias estomacales o
- conducir a dolencias o enfermedades de la columna vertebral.

Nota:

Tenga en cuenta que se le debe prestar especial atención a determinados grupos de personas, p.ej. empleados jóvenes o de mayor edad, embarazadas.

1.2 | Bases jurídicas

La regulación jurídica para la prevención en lo que atañe a la exposición a las vibraciones tiene su base en la Directiva „Vibraciones“ (2002/44/CE), en la cual se establecen las medidas, los valores de exposición que dan lugar a una acción y los valores límites.

En asociación con las normas ISO 2631 e ISO 5349 que contienen el nivel actual de los conocimientos sobre la medición y valoración de las vibraciones en el puesto de trabajo se deriva para el empresario la demanda de detección y valoración de los riesgos, de información a los empleados y del establecimiento de un programa para la disminución de las vibraciones.

El objetivo de estas disposiciones es la toma de medidas preventivas contra enfermedades musculares y del esqueleto (p.ej. columna vertebral, huesos, articulaciones) así como contra alteraciones de la irrigación sanguínea de dedos y manos.

Valores de exposición que dan lugar a una acción y valores límites de exposición „Vibraciones“

El cálculo del valor de exposición diaria normalizado A(8) en un período de referencia de 8 horas es determinante para la apreciación de la exposición a la vibración.

Las aceleraciones se miden ponderando la frecuencia y luego son convertidas empleando los procedimientos de las normas nacionales.

Atención: Los filtros de valoración para las vibraciones del cuerpo entero han sido adaptados (en los últimos años) a los conocimientos científicos de manera que aquí en algunos casos sean convenientes nuevas mediciones o nuevas series de mediciones.

Los valores límites de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción establecidos en la Directiva europea (2002/44/CE) son:

Vibraciones mano-brazo

- valor límite de exposición
 $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$
- valor de exposición que da lugar a una acción $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$

Vibraciones del cuerpo entero

- valor límite de exposición para todas las direcciones $A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$
- valor de exposición que da lugar a una acción para todas las direcciones $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$

Nota:

¡Para la conversión se deben tener en cuenta las particularidades nacionales!

En casos aislados es necesario hacer una apreciación y un dictámen personal por separado.

En dependencia de los valores de exposición que dan lugar a una acción/ valores límites de exposición está prescrito

- detección y valoración adecuada de los riesgos
- implantación de medidas técnicas y organizativas
- creación de un programa de disminución con las correspondientes medidas
- instrucción y aleccionamiento de los empleados
- control de la salud
- poner a la disposición utensilios complementarios (p.ej. agarraderas)
- equipos de protección personal (p.ej. guantes especiales antivibración).

2. Valoración de riesgos y medidas para la dismunición del riesgo

Mediante una valoración de riesgos se deben reconocer y reducir a tiempo las exposiciones que se presenten. La valoración puede realizarse

- en relación con la actividad laboral,
- en relación con el tipo de máquina,
- en relación con el puesto de trabajo y/o
- en relación con el personal.

Las exposiciones se deben valorar de acuerdo a la gravedad del posible daño y a la probabilidad de aparición del daño.

Los pasos esenciales de trabajo son:

Paso 1: Detección de los riesgos (en este caso los riesgos por vibraciones)

Paso 2: Evaluación y valoración del riesgo

Paso 3: Disminución del riesgo y determinación de medidas

Paso 1:
Detección de los riesgos

Tomando como base la transposición nacional de la Directiva 2002/44/CE el empresario valora las condiciones de los puestos de trabajo. Si no existieran valores empíricos entonces se tienen que realizar mediciones. Por regla general se necesita de conocimientos especiales (expertos) y de caros aparatos de medición.

En el anexo 1 se explica el procedimiento para las mediciones en los puestos de trabajo.

Las cargas típicas de vibración pueden determinarse en la práctica sin gastos en técnica de medición mediante el uso de catálogos, bancos de datos (empleo del internet) o de declaraciones de los fabricantes, p.ej. instrucciones de manejo. A menudo los aseguradores de accidentes o las autoridades inspectoras también pueden dar informaciones sobre aquellas actividades laborales o puestos de trabajo que en virtud de los efectos de la vibración tienen que ser evaluadas como peligrosas (p.ej. enfermedades profesionales por el largo efecto de la vibración).

Declaraciones del fabricante

En la Directiva de máquinas 2006/42/CE se describen las bases jurídicas sobre seguridad de máquinas para los fabricantes y proveedores de máquinas.

Están prescritas de forma vinculante las declaraciones del fabricante en cuanto a las vibraciones que aparecen en la máquina. Aquí se trata de mediciones e indicaciones bajo „condiciones de banco de pruebas“.

Las indicaciones del fabricante tienen que ser analizadas para la valoración de los puestos de trabajo y dado el caso tienen que ser convertidas a las condiciones de procesamiento y de trabajo.

Factores de conversión típicos para máquinas (conversión de las condiciones de banco de pruebas a niveles de inmisión) están en preparación.

Estas informaciones ayudan en la adquisición de medios de trabajo de poca

vibración, en la transposición y en el cumplimiento del estado de la técnica de disminución y en el establecimiento de un programa de disminución de la vibración.

Lista de chequeo para la detección de riesgos

La orientación por listas de control es de gran provecho en la práctica.

Lista de chequeo:

Vibraciones mano-brazo (VMB)

1. ¿Se comprobó si los medios de trabajo sostenidos o guiados por las manos que pueden provocar molestias de las articulaciones pueden ser sustituidos?
2. ¿Se comprobó si los medios de trabajo y herramientas con gran número de revoluciones (con frecuencias de 20 hasta 1000 Hz) que pueden provocar molestias de las articulaciones pueden ser sustituidos?
3. ¿Se impide que la carga diaria de vibración (valor total en relación a 8 horas) sobrepase el valor de $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$?
4. ¿Se ha informado ya sobre los valores de exposición que dan lugar a una acción y los valores límites?
5. ¿Se emplean herramientas y medios de trabajo con vibración reducida (p.ej. discos abrasivos)?
6. ¿Existen empuñaduras con amortiguaciones o suspensiones?
7. ¿Se ha examinado la posibilidad de cambios en el proceso de trabajo para la eliminación o disminución de altas exposiciones?
8. ¿Se presta atención al hacer la adquisición de los equipos que estos tengan pequeños valores de vibración (obligación de declaración del fabricante)?

9. ¿Se impide la aparición de grandes fuerzas de agarre y de presión mediante el empleo de medios técnicos o métodos adecuados de trabajo?
10. ¿Se han probado o empleado guantes especiales de protección contra vibración (durante trabajos a la interperie o en la frialdad, entre otros)?
11. ¿Se ha ofrecido un reconocimiento médico preventivo en caso de altas exposiciones a la vibración?

Lista de chequeo:

Vibraciones del cuerpo entero (VCE)

1. ¿Se impide que la carga diaria máxima de vibración (valor efectivo de la aceleración de frecuencia ponderada en relación a 8 horas) sobrepase el valor de $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$ (medidas preventivas)?
2. ¿Se ha informado ya sobre los valores de exposición que dan lugar a una acción y los valores límites?
3. ¿Se impide conducir en una postura desfavorable o retorcida?
4. ¿Se garantiza que las vías de tránsito estén niveladas y se impiden p.ej. los baches y roturas?
5. ¿Se ha examinado si el proceso de trabajo puede ser organizado de tal forma que los tiempos efectivos de conducción (duración de la exposición) puedan ser reducidos?
6. ¿Se presta atención al hacer la adquisición de los vehículos que estos tengan pequeños valores de vibración (obligación de declaración del fabricante)?
7. ¿Han sido montados asientos amortiguadores de oscilaciones? ¿Están ajustados en forma correcta y se les da mantenimiento?
8. ¿Se ha ofrecido un reconocimiento médico preventivo en caso de altas exposiciones a la vibración?

Paso 2:

Evaluación y valoración del riesgo

Indagación de la exposición y del valor A(8)

Las exposiciones a la vibración en el puesto de trabajo pueden ser calificadas mediante las informaciones del fabricante y fuentes de literatura o mediante mediciones.

Los parámetros característicos son las aceleraciones de frecuencia ponderada en las tres direcciones de oscilación, análisis de los valores máximos manifestados y/o de los valores totales de oscilación (vector). **En el anexo 2 se describen los parámetros de las valoraciones de la exposición.**

Otros valores de influencia, p.ej. fuerzas de agarre

Condiciones inadecuadas de trabajo (postura de trabajo) y medios de trabajo „gastados“ pueden conllevar a exposiciones elevadas.

Altas fuerzas de agarre y de presión refuerzan el efecto de exposición. Las influencias de la frialdad son desfavorables.

Empleo de valores de bancos de datos

En la red ya se encuentran algunos bancos de datos con los cuales se pueden indagar las cargas por vibraciones en el puesto de trabajo (p.ej. el banco de datos “KARLA”). En los bancos de datos se ofrecen mayormente valores de medición de inmisión que se diferencian claramente de las declaraciones de los fabricantes como datos de emisión. Un apoyo lo constituyen también las guías de la UE y los calculadores de parámetros (ya a la disposición en la red).

Nota:

Los datos de emisión nunca deben confundirse con los valores de inmisión.

Paso 3:

Disminución del riesgo y determinación de medidas

1. Bases generales

Según lo establecido en la disposición el empresario tiene que considerar la toma de medidas técnicas y/o organizativas cuando se sobrepasan los valores de exposición que dan lugar a una acción o los valores límites de exposición. Entre ellas se encuentran, p.ej. procedimientos alternativos de trabajo, la selección de medios apropiados de trabajo o la limitación de la duración y la intensidad de la exposición. Sin embargo las medidas para la disminución de la exposición en el lugar de origen deben encontrarse en el primer lugar.

Las medidas preventivas deben ser tomadas siempre en el orden **S-T-O-P**:

S: Sustitución

T: Soluciones técnicas, p.ej. máquinas, herramientas y vehículos con poca vibración

O: Medidas organizativas, como limitar trabajos con vibración intensiva a tiempos determinados

P: Medidas de protección personal que sin embargo sólo están disponibles y sólo son eficaces para las vibraciones mano-brazo en forma de guantes protectores anti-vibración fundamentalmente para sectores de oscilación de alta frecuencia.

2. Medidas contra vibraciones mano-brazo (VMB)

En dependencia de la magnitud y de la duración de la carga de vibración están previstas las medidas siguientes para las vibraciones mano-brazo:

Valor de exposición diario A(8) = 2,5 m/s²

- Informar a los empleados y aleccionarlos sobre los peligros de las vibraciones

Valor de exposición diario $A(8) > 2,5 \text{ m/s}^2$

- Crear y llevar a cabo un programa de disminución de la vibración
- Ofrecer a los empleados reconocimientos médicos laborales

Valor de exposición diario $A(8) > 5 \text{ m/s}^2$

- ¡Toma inmediata de medidas y evitar el rebasamiento!
- Ordenar periódicamente reconocimientos médicos preventivos

3. Medidas contra vibraciones del cuerpo entero (VCE)

Para las vibraciones del cuerpo entero son válidas las siguientes medidas:

Valor de exposición diario $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$

- Informar a los empleados y aleccionarlos sobre los peligros de las vibraciones

Valor de exposición diario $A(8) > 0,5 \text{ m/s}^2$

- Crear y llevar a cabo un programa de disminución de la vibración
- Ofrecer a los empleados reconocimientos médicos laborales

Valor de exposición diario $A(8) > 0,8 \text{ m/s}^2$ o $1,15 \text{ m/s}^{2*}$)

- ¡Toma inmediata de medidas y evitar el rebasamiento!
- Ordenar periódicamente reconocimientos médicos preventivos

4. Medidas en el lugar de origen

Para reducir la carga en los puestos de trabajo hay que evitar el surgimiento, la transmisión y el efecto de las oscilaciones. Como medidas más importantes se consideran aquellas medidas que reducen el surgimiento de la carga.

Estas **medidas primarias** reducen todos los otros efectos independientemente del lugar y el momento de su surgimiento y de otros mecanismos de efecto.

*) Nota: Regulaciones nacionales

Reducción de las vibraciones mano-brazo (VMB)

Algunos ejemplos de como pueden ser reducidas en la práctica las vibraciones mano-brazo en medios de trabajo son:

- disminución de la intensidad de acoplamiento (p.ej. reducción de la fuerza de sostenimiento manual)
- uso de remachadoras de prensado o de martillos remachadores de baja repulsión para la elaboración de ensamblajes con remaches
- empleo de atornilladores de par en lugar de mortillos hidráulicos en el montaje de conexiones por roscas
- utilización de martillos taladradores en lugar de taladradoras de percusión cuyo uso está muy extendido en los oficios de instalación
- uso de martillos de percusión y martillos picadores con amortiguadores de vibración en la construcción de carreteras y en la minería
- uso de martillos de cincelado para el labrado de piedras y acero que posean funda de agarre amortiguadora de vibración para la guía del cincel
- utilización en la explotación forestal de sierras de cadena con asaderas amortiguadoras de vibración
- utilización frecuente de herramientas afiladas o compensación frecuente de los desajustes de equilibrio
- pegamentos en lugar de trabajos de remache
- diseño de moldes de fundición que necesiten poco desbarbado
- empleo de atornilladores múltiples.

En general se deben elegir dentro de lo posible tecnologías de pobre vibración. Los fabricantes deben mantener las vibraciones de las empuñaduras de las máquina-herramientas al nivel más bajo posible

empleando los principios de la construcción pobre en vibración.

Las ventajas de las máquinas con poca vibración están en el **poco desgaste y el poco ruido**. En la mayoría de los casos los productos pueden ser fabricados con más precisión en las medidas y más exactos.

Reducción de las vibraciones del cuerpo entero (VCE)

Los **desniveles en las vías de tránsito**, p.ej. en caminos no pavimentados, en obras de construcción, en calles en fábricas o empresas, en entradas por portones, deben ser reducidos o eliminados.

Las aglomeraciones, ranuras o baches en el pavimento deben ser reparados. O: eliminación de los estímulos de oscilación en los vehículos sobre carriles (sistemas de grúas) mediante soldadura y reparación de puntos de golpe en sitios de conexión de los **carriles** así como rectificación frecuente del subsuelo de las vías de tránsito en obras de construcción.

Los **asientos o cabinas de vehículos con muelles amortiguadores** se deben seleccionar en dependencia de las condiciones de empleo y del tipo de vehículo. Para ello se necesita eventualmente de consultas o de mediciones de la vibración por parte de expertos.

La **trayectoria del muelle** no debe ser muy grande para que la distancia al volante, a las palancas de operación y a los pedales no varíe demasiado. ¡En el extremo inferior y superior de la trayectoria deben colocarse topes de goma para **evitar un choque fuerte!**

También el asiento del conductor puede contribuir a la disminución de la vibración: El sistema de suspensión y amortización en la parte de abajo del asiento debe estar diseñado de tal forma que se

transmita la menor cantidad posible de vibraciones al conductor.

¡La suspensión tiene que ser ajustable y estar ajustada a los diferentes **pesos corporales** de cada uno de los diferentes conductores!

Los conductores de vehículos están amenazados en especial medida por las vibraciones del cuerpo entero. Los factores esenciales de influencia están determinados por la **construcción de vehículo**, la **vía de tránsito** y la **velocidad de conducción** así como por el asiento como medio de transmisión entre el vehículo y conductor. Por lo tanto las medidas para la disminución de vibraciones pueden ser tomadas abarcando todos estos aspectos.

Ejemplos de medidas técnicas para la disminución de vibraciones son

- el acoplamiento elástico de instalaciones de carga, como ej. pala y palanca elevadora de la cargadora con ruedas o aparatos para montar en la parte trasera de los tractores agrícolas,
- suspensión del eje con hidráulica y regulación de nivel,
- suspensión de las cabinas de los conductores y
- montaje de asientos adaptados y amortiguados para conductores.

En las **carretillas elevadoras** el chasis automotor no está suspendido por razones técnicas. Sólo los neumáticos proporcionan la suspensión. Por esta razón es de especial importancia el empleo de neumáticos adecuados. Las ruedas de goma maciza transmiten las vibraciones directamente sin amortiguar. Esta es la causa de que hoy en día se empleen cada vez más neumáticos con cámaras integradas de aire.

En todos los vehículos se logra una disminución considerable de la vibración mediante la selección correcta y el ajuste del asiento. El sistema de suspensión y amortización en la parte de abajo del asiento debe estar diseñado de tal forma que muy pocas vibraciones sean transmitidas al conductor. La frecuencia propia del asiento nunca debe coincidir con la frecuencia de excitación. Esto provocaría un aumento de las vibraciones. Por esta razón el asiento debe poseer un dispositivo de ajuste para el peso de conductor.

Para el montaje en vehículos sólo se deben emplear **asientos que hayan sido sometidos a pruebas**. También se le tiene que dar mantenimiento a la suspensión, a la amortización y al tapizado de los asientos en los vehículos.

Las medidas primarias en el lugar de origen son las más eficaces pero con las **medidas secundarias** para la disminución de la transmisión y extensión de las oscilaciones también puede lograrse una reducción decisiva de las oscilaciones.

La transmisión de las vibraciones de máquinas fijas a las personas se puede evitar mediante el adecuado diseño del aislamiento antivibratorio de la máquina o del puesto de trabajo. Este aislamiento antivibratorio sirve para la disminución de la transmisión de las fuerzas de la máquina a la construcción de soporte (p.ej. techo del inmueble).

Para emplazar una máquina con aislamiento antivibratorio ésta es montada sobre un fundamento oscilante que está colocado sobre aisladores oscilantes.

Además de estos aisladores la máquina tiene que estar **desacoplada de otras partes de la máquina o del inmueble** mediante realización elastizada de todas las conexiones, p.ej. mediante abrazaderas para tuberías, mangueras, conexio-

nes textiles, fuelles plegables o compensadores elásticos para tuberías para evitar la transmisión de las vibraciones resultantes que también son irradiadas como sonido corporal.

En el caso de máquinas pesadas (p.ej. prensas excéntricas) se puede prever en lugar del fundamento oscilante una placa de acero que distribuya el peso debajo de la cual están fijados los **aisladores oscilantes**. De esta forma se ahorran los costos para el fundamento y el sitio de instalación de la máquina puede cambiarse en cualquier momento.

Máquinas con poca vibración son **más silenciosas** y no se desgastan tan rápido. Además permiten la fabricación de productos con más precisión en las medidas.

5. Medidas técnicas y organizativas

El riesgo provocado por oscilaciones y vibraciones también puede ser reducido si mediante un **cambio en la organización del trabajo** se disminuye el tiempo de exposición. El trabajo debe estar organizado de tal forma que el **tiempo diario de exposición a la vibración** sea más corto que el tiempo de referencia recomendado y de esta forma quede por debajo de la dosis diaria crítica.

6. Protección personal

Como protección personal se entiende una función protectora natural del ser humano frente a vibraciones mecánicas mediante la toma de una postura corporal adecuada empleando pequeñas fuerzas de retención y de presión. Este comportamiento es sin duda muy efectivo pero, en casos particulares, requiere de tiempo para ser dominado y de un constante autocontrol.

Cargas de vibración de alta frecuencia (p.ej. durante trabajos con esmeriladoras)

pueden ser reducidas mediante el uso de **guantes protectores contra vibración**. Con estos guantes se requiere sin embargo de una mayor fuerza de agarre para su exacta conducción. Debido a las grandes trayectorias de la oscilación en las vibraciones de baja frecuencia, como las que surgen p.ej. durante el empleo de martillos picadores, una disminución mediante el uso de “guantes protectores contra vibración” se logra sólo en determinadas ocasiones. En estudios de laboratorio se ha constatado que durante el uso de guantes protectores con almohadillas amortiguadoras rellenas de aire en las palmas de las manos puede incluso sobrevenir un aumento de la vibración. Las propiedades amortiguadoras declaradas por el fabricante deberían ser comprobadas (tener en cuenta el símbolo CE).

Cuando se está expuesto a una carga de oscilación de deben evitar las **manos frías**, p.ej. utilizando guantes o haciendo pausas para entrar en calor.

7. Programa de disminución „Vibraciones“

De acuerdo a la transposición de las Directivas de la CE el empresario tiene que implementar medidas de protección según el nivel de la técnica para excluir el peligro de exposición de los empleados a las vibraciones o disminuirlo hasta el mínimo posible. Para ello deben evitarse las vibraciones en el lugar de origen o tienen que ser reducidas dentro de lo posible. Las medidas técnicas para la disminución de las vibraciones tienen prioridad sobre las medidas organizativas.

Los trabajos para un programa de disminución contienen las investigaciones de las exposiciones, el análisis de las causas y el establecimiento de un programa de medidas.

Pasos de trabajo

- Investigación de las exposiciones a la vibración
- Programa de disminución de las vibraciones
- Determinación de los valores de exposición a la vibración
- Comparación con valores de exposición que dan lugar a una acción y valores límites
- Análisis de las causas
- Comparación con el nivel actual de la técnica
- Selección de medidas adecuadas
- Establecimiento de un programa de disminución de vibración con lista de prioridades y calendario de trabajo

7.1 Programa de disminución para vibraciones mano-brazo (VMB)

Si el valor de exposición que da lugar a una acción $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ para vibraciones mano-brazo es sobrepasado el empresario tiene entonces que elaborar y llevar a cabo un programa con medidas técnicas y organizativas para la reducción de la exposición a las vibraciones.

Para ello se recomienda el procedimiento siguiente:

1. paso:

Investigación de la exposición a la vibración (VMB)

- ¿Pueden los fabricantes suministrar las informaciones adecuadas?
- ¿Se pueden extraer valores de bancos de datos?
- ¿Se pueden emplear valores empíricos de perfiles profesionales comparables?
- ¿Existen valores en la literatura (valores de banco de datos) para el equipo empleado y coinciden las condiciones

de empleo en la empresa con las condiciones de prueba de la medición?

- ¿Se conocen los valores diarios de exposición a la vibración o pueden éstos ser calculados a partir de los datos relacionados con la magnitud de las vibraciones y a partir de la duración individual de uso?
- ¿Es necesario, dado el caso, hacer mediciones?

2. paso:

Comparación con los valores de exposición que dan lugar a una acción y con los valores límites (VMB)

- ¿No se alcanza el valor de exposición que da lugar a una acción $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ para vibraciones mano-brazo?
- ¿Se sobrepasa el valor de exposición que da lugar a una acción $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ para vibraciones mano-brazo y no se alcanza el valor límite?
- ¿Se sobrepasa el valor límite $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$?

3. paso:

Determinación de los puntos claves de vibración (VMB)

- ¿Existen puntos claves de vibración, quiere decir, determinados trabajos que entrañan vibraciones especialmente altas (p.ej. trabajos con martillos picadores)?
- ¿Determinados medios de trabajo o equipos causan vibraciones más altas que los otros?
- ¿Es necesario aplicar grandes fuerzas de agarre y de presión?
- ¿Se realizan trabajos en posturas incómodas (p.ej. ángulo desfavorable de las manos)?
- ¿Tienen que ser considerados otros factores ambientales, p.ej. trabajos en la frialdad?

4. paso:

Análisis de las causas (VMB)

- ¿A qué se deben los altos valores de vibración?
- ¿Pertenece los equipos a modelos antiguos y están posiblemente desgastados, p.ej. daños en el engranaje?
- ¿Se emplean herramientas sin filo o desgastadas?
- ¿Existen desacoplamientos o suspensiones no apropiados?
- ¿Se le da mantenimiento periódico a los equipos?
- ¿Se tienen que emplear grandes fuerzas de agarre y de presión?

5. paso:

Comparación con el nivel actual de la técnica (VMB)

- ¿Corresponden los equipos al nivel actual de la técnica?
- ¿Existen equipos más modernos que provocan menor exposición a la vibración?
- ¿Existen piezas complementarias que pueden reducir la vibración del operador?
- ¿Existen agarraderas o diseños ergonómicos de agarraderas (p. ej. agarraderas con suspensión) que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de trabajo?
- ¿Las agarraderas están desacopladas de las cajas de las máquinas y/o es posible una compensación de las masas/del desajuste de equilibrio?
- ¿Se pueden emplear agarraderas amortiguadoras, p.ej. fundas de goma?
- ¿Se emplean herramientas que disminuyen la oscilación, p. ej. amoladoras especiales?

- ¿Cambios en el procedimiento de trabajo pueden llevar a la disminución de las altas exposiciones?
- ¿Puede ser reducido el volumen de los trabajos manuales con equipos vibrantes?

6. paso:

Selección de medidas adecuadas (VMB)

- ¿Cuál de las medidas promete el mayor éxito en la disminución de la vibración?
- ¿Esta medida puede ser llevada a la práctica?
- Si la respuesta es negativa ¿cual de las otras medidas promete el segundo mayor éxito en la disminución de la vibración?
- ¿Esta medida puede ser llevada a la práctica? Etc.
- ¿Cuántos empleados se benefician con las medidas de disminución?
- ¿Quedarían, dado el caso, determinados grupos profesionales o determinados trabajos excluidos de estas medidas de disminución?
- ¿Son necesarias informaciones y/o aleccionamientos especiales?

7. paso:

Prognóstico (VMB)

- ¿Qué disminución de la vibración se calcula?
- ¿Con la aplicación de estas medidas se queda por debajo del valor de exposición que da lugar a una acción?
- ¿Con la aplicación de estas medidas se queda por debajo del valor límite?
- ¿Es necesario, dado el caso, la toma paralela de otras medidas?
- ¿Es necesario, dado el caso, la toma de otras medidas a continuación?

8. paso:

Elaboración del programa con lista de prioridad y calendario de trabajo (VMB)

- ¿Qué pasos en particular deben ser dispuestos?
- ¿Qué duración tendrá la entrada en vigor de cada una de las medidas?
- ¿Cuándo se esperan resultados provisionales?
- ¿Quién es responsable de cual paso de realización del programa?
- ¿Hasta cuándo deben estar aplicadas todas las medidas?
- ¿Se pueden emplear adicionalmente los llamados guantes protectores contra vibración?

9. paso:

Control de la eficacia (VMB)

- ¿Se aplicaron correctamente las medidas?
- ¿Cómo se valora la exposición a la vibración?
- ¿Se han alcanzado las disminuciones pronosticadas?
- ¿Se cumple el valor límite?
- ¿Se cumple el valor de exposición que da lugar a una acción?
- ¿Hay que hacer correcciones, si se diera el caso?
- ¿Son necesarias mediciones de control para verificación?
- ¿Son necesarias o razonables otras medidas para la disminución de la vibración?

7.2 Programa de disminución para vibraciones del cuerpo entero (VCE)

De acuerdo a la transposición de las Directivas europeas el empresario tiene que implementar medidas de protección según

el nivel de la técnica para excluir el peligro de exposición de los empleados a las vibraciones o disminuirlo hasta el mínimo posible. Para ello deben evitarse las vibraciones en el lugar de origen o tienen que ser reducidas dentro de lo posible. Las medidas técnicas para la disminución de las vibraciones tienen prioridad sobre las medidas organizativas.

Si el valor de exposición que da lugar a una acción $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$ para vibraciones del cuerpo entero es sobrepasado el empresario tiene entonces que elaborar y llevar a cabo un programa con medidas técnicas y organizativas para la reducción de la exposición a las vibraciones.

Para ello se recomienda el siguiente procedimiento:

1. paso:

Investigación de la exposición a la vibración (VCE)

- ¿Pueden los fabricantes suministrar las informaciones adecuadas?
- ¿Se pueden extraer valores de bancos de datos?
- ¿Se pueden emplear valores empíricos de perfiles profesionales comparables?
- ¿Existen valores en la literatura (valores de banco de datos) para el equipo empleado y coinciden las condiciones de empleo en la empresa con las condiciones de prueba de la medición?
- ¿Son conocidos los valores diarios de exposición a la vibración o pueden éstos ser calculados a partir de los datos relacionados con la magnitud de las vibraciones y a partir de la duración individual de uso?
- ¿Es necesario, dado el caso, hacer mediciones?

2. paso:

Comparación con los valores de exposición que dan lugar a una acción y con los valores límites (VCE)

- ¿No se alcanzan los valores de exposición que dan lugar a una acción?
- ¿Se sobrepasan los valores de exposición que dan lugar a una acción y no se alcanzan los valores límites?
- ¿Se sobrepasan los valores límites?

3. paso:

Determinación de los puntos claves de vibración (VMB)

- ¿Existen puntos claves de vibración, quiere decir, pasos específicos de trabajo que entrañan vibraciones especialmente altas (p.ej. tramos de viaje sobre adoquines, sacudidas, etc)?
- ¿Determinadas máquinas o medios de trabajo causan vibraciones más altas que los otros?
- ¿Dónde se presentan las vibraciones más bajas?

4. paso:

Análisis de las causas (VMB)

- ¿A qué se deben los altos valores de vibración?
- ¿Las vías de tránsito presentan desigualdades?
- ¿Existen diferencias de nivel, agujeros o fracturas sobre los que se manejan vehículos?
- ¿Se emplean asientos adecuados con sistemas de suspensión y amortización?
- ¿Los asientos son ajustados al peso del conductor?
- ¿Se le da mantenimiento periódico a los vehículos?
- ¿Las duraciones de los viajes pueden ser reducidas?

5. paso:

Comparación con el nivel actual de la técnica (VCE)

- ¿Corresponden los vehículos y equipos al nivel actual de la técnica?
- ¿Hay vehículos o equipos más modernos que provocan menor exposición a la vibración?
- ¿Hay piezas complementarias que pueden reducir la vibración del operador?
- ¿Existen asientos que pueden contribuir a una mayor disminución respecto a los asientos que están en uso?
- ¿Pueden ser mejoradas las condiciones de las vías de tránsito mediante las correspondientes medidas de saneamiento?

6. paso:

Selección de medidas adecuadas (VCE)

- ¿Cuál de las medidas promete el mayor éxito en la disminución de la vibración?
- ¿Esta medida puede ser llevada a la práctica?
- ¿Si la respuesta es negativa cuál de las otras medidas promete el segundo mayor éxito en la disminución de la vibración?
- ¿Esta medida puede ser llevada a la práctica? Etc.
- ¿Cuántos empleados se benefician con las medidas de disminución?
- ¿Quedarían, dado el caso, determinados grupos excluidos de estas medidas de disminución?
- ¿Son necesarias informaciones y/o aleccionamientos especiales?

7. paso:

Pronóstico (VCE)

- ¿Qué disminución de la vibración se calcula?

- ¿Con la aplicación de estas medidas se queda por debajo del valor de exposición que da lugar a una acción?
- ¿Con la aplicación de estas medidas se queda por debajo del valor límite?
- ¿Es necesario, dado el caso, la toma paralela de otras medidas?
- ¿Es necesario, dado el caso, la toma de otras medidas a continuación?

8. paso:

Elaboración del programa con lista de prioridad y calendario de trabajo (VCE)

- ¿Qué pasos en particular deben ser dispuestos?
- ¿Qué duración tendrá la entrada en vigor de cada una de las medidas?
- ¿Cuándo se esperan resultados provisionales?
- ¿Quién es responsable de cuál paso de realización del programa?
- ¿Hasta cuándo deben estar aplicadas todas las medidas?

9. paso:

Control de la eficacia (VCE)

- ¿Se aplicaron correctamente las medidas?
- ¿Cómo se valora la exposición a la vibración?
- ¿Se han alcanzado las disminuciones pronosticadas?
- ¿Se cumplen los valores límites?
- ¿Se cumple el valor de exposición que da lugar a una acción?
- ¿Hay que hacer correcciones, si se diera el caso?
- ¿Son necesarias mediciones de control para verificación?
- ¿Son necesarias o razonables otras medidas para la disminución de la vibración?

Anexo 1

Realización de mediciones en el puesto de trabajo

Se registran los parámetros en las tres direcciones del espacio, en los ejes x, y, z.

Para las vibraciones mano-brazo se valora después el valor total de oscilación (vector), para las vibraciones del cuerpo entero se analiza cada una de las direcciones por separado.

Las mediciones mano-brazo son especialmente largas, entre otras razones porque hay que hacer mediciones en ambas agarraderas.

La valoración se realiza según las aceleraciones de frecuencia ponderada y el valor diario de exposición A(8). Es importante el análisis del puesto de trabajo y el registro representativo de las actividades laborales (y las actividades laborales parciales) durante la jornada de trabajo.

Realización de las mediciones (VMB)

Las mediciones mano-brazo se realizan en la respectiva agarradera de la máqui-



Figura 1: Medición de VMB

na que es sostenida o guiada manualmente. Un detector de aceleración triaxial, especialmente concebido para esta medición, se acopla por medio de una abrazadera o se pega directamente a la agarradera.

Para la apreciación de las vibraciones mano-brazo se toma el valor total de oscilación de las aceleraciones de frecuencia ponderada en las tres direcciones de oscilación. Este valor representa la sinopsis vectorial de las tres direcciones de medición. Siempre tiene que medirse el proceso típico de trabajo para cada puesto de trabajo.

Realización de las mediciones (VCE)

Una medición de la vibración del cuerpo entero se realiza. p.ej. en el asiento del conductor del vehículo a medir. La almohadilla detectora de aceleración triaxial se fija con cinta adhesiva al asiento. Aquí se debe tener en cuenta la correcta colocación de la almohadilla (x = dirección pecho-espalda, y = direc-



Figura 2: Medición de VCE

ción hombro-hombro, z = dirección columna vertebral) y el ajuste correcto del asiento al peso del conductor. La duración de la medición se rige por el recorrido que normalmente se realiza durante el proceso de trabajo o bien por el perfil de la actividad laboral y por la “uniformidad” de la actividad laboral que a ella se asocia. Sin embargo la medición debe tener siempre una duración de por lo menos 15 minutos. Las mediciones deben realizarse durante la jornada normal de trabajo y ser de esta forma representativa para la actividad que se está evaluando. Se registran los tres valores de aceleración en las tres direcciones arriba mencionadas.

Para la evaluación de las vibraciones del cuerpo entero se toma el mayor valor efectivo de la aceleración de frecuencia ponderada en las tres direcciones de medición. Aquí se debe tener en cuenta que los valores de aceleración en las direcciones horizontales tienen que ser multiplicados antes por un factor de corrección de 1,4. Las evaluaciones para las direcciones verticales y horizontales tienen que efectuarse por separado pues para cada una de ellas existen diferentes valores límites de exposición.

dirección x	$a_w = 1,4 a_{wx}$
dirección y	$a_w = 1,4 a_{wy}$
dirección z	$a_w = 1,0 a_{wz}$

A continuación se realiza una conversión al valor diario de exposición a la vibración teniendo en cuenta el valor efectivo real de la duración a la exposición.

Calculador de parámetros

En el internet se encuentran diferentes calculadores de parámetros. Esos calculadores de la exposición ayudan a encontrar el promedio y en la representación de los resultados, p.ej. en forma gráfica mediante la conversión del „modelo semafórico“. El área marcada en verde muestra los resultados por debajo de los valores de exposición que dan lugar a una acción, el área marcada en rojo muestra los valores por encima de los valores límites.

También se pueden realizar evaluaciones y diagramas sobre los puntos de exposición sin embargo el resultado final no se diferencia en relación a las medidas.

Los calculadores de exposición son puestos a disposición por ministerios y autoridades inspectoras así como por fabricantes de equipos.

Nota:

Las áreas rojas son parcialmente distintas ya que la conversión de la Directiva europea „Vibraciones“ no se realizó en forma uniforme en los estados miembros. Por ejemplo en las regulaciones para la dirección z para las vibraciones del cuerpo entero.

Anexo 2

Parámetros de las apreciaciones de exposición

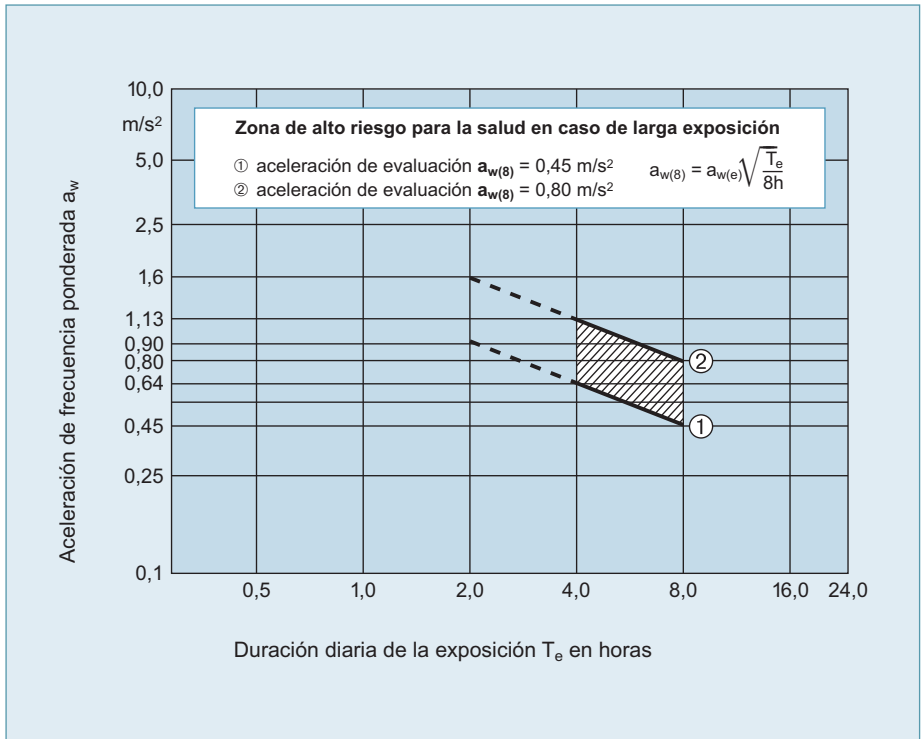
Valoración de las vibraciones del cuerpo entero (VCE)

El valor de evaluación para la vibración del cuerpo entero es el mayor valor efectivo de la aceleración de frecuencia ponderada para las tres direcciones x, y, z ($1,4 a_{wx}$, $1,4 a_{wy}$, a_{wz} – dirección z = dirección columna vertebral).

Detalles se encuentran en la norma ISO 2631 y/o en las directivas VDI 2057-2. Ayudas para la práctica y calculadores de parámetros están disponibles en el internet.

En la figura 3 se representa la aceleración de frecuencia ponderada en dependencia de la duración diaria de la exposición.

Figura 3: Aceleración de frecuencia ponderada en dependencia de la duración diaria de la exposición (Fuente: ISO 2631 / Directiva VDI 2057-1)



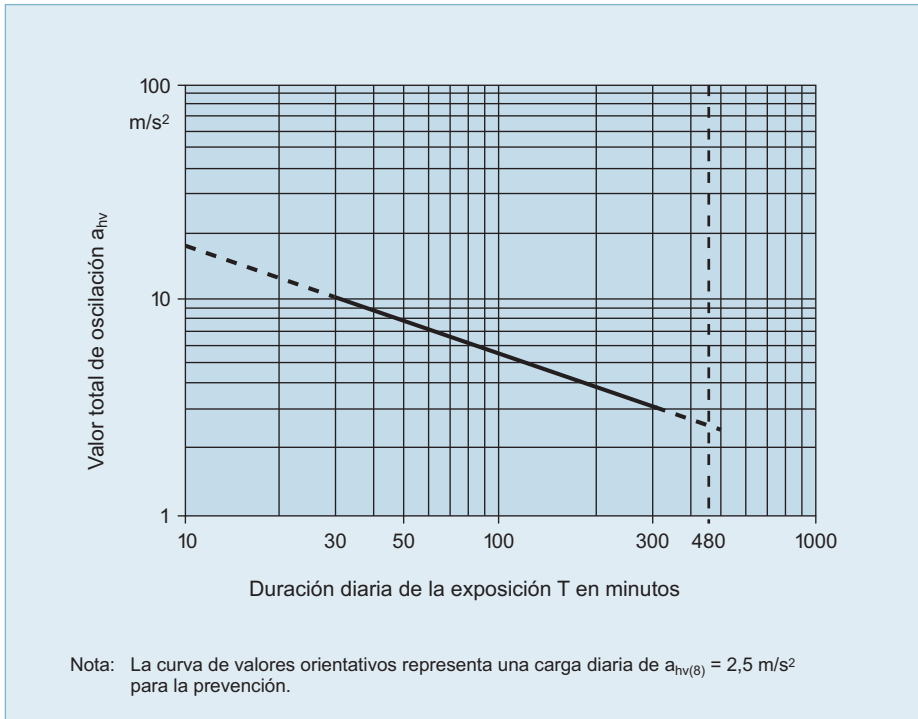
Valoración de las vibraciones mano-brazo

El valor de evaluación para la vibración mano-brazo es el valor total de oscilación que se obtiene de las aceleraciones de frecuencia ponderada de las tres direcciones de oscilación y del vector calculado a partir de esos datos, el valor

total de oscilación a_{hv} . Detalles se encuentran en la norma ISO 5349. Ayudas para la práctica y calculadores de parámetros están disponibles en el internet.

En la figura 4 se representa el valor total de oscilación en dependencia de la duración diaria de la exposición.

Figura 4: Valor total de oscilación en dependencia de la duración diaria de la exposición (Fuente: ISO 5349 / Directiva VDI 2057-2)



En general

La Directiva "Vibraciones" (2002/44/CE) puede ser transpuesta por los países miembros en disposiciones nacionales, p.ej., decretos, y ser adaptada a las condiciones básicas individuales. De manera que las reglamentaciones, los procedimientos, los valores límites y los objetivos de protección ya aplicados nacionalmente pueden ser mantenidos.

Por tanto la directiva arriba mencionada contiene también diferentes parámetros cómo la aceleración de frecuencia ponderada A(8) y el valor de dosis de vibración V.

Así pues en la transposición se pueden mantener también los valores de prevención ya disponibles, p. ej., una atención especial a la dirección z en los valores de las vibraciones del cuerpo entero.

Este folleto ha sido desarrollado por las asociaciones mencionadas debajo.
Ellas se responsabilizan por el contenido total del mismo:



Comité para la Prevención en la Industria Metalúrgica

c/o Allgemeine
Unfallversicherungsanstalt
Office for International
Relations
Adalbert-Stifter-Strasse 65
1200 Vienna · Austria
Fon: +43 (0) 1-33 111-558
Fax: +43 (0) 1-33 111-469
E-Mail: issa-metal@auva.at



Comité para la Electricidad

c/o Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln · Germany
Fon: +49 (0) 221-3778-6007
Fax: +49 (0) 221-3778-196007
E-Mail: electricity@bgetem.de



Comité para la Seguridad de Máquinas y Sistemas

Dynamostrasse 7-11
68165 Mannheim · Germany
Fon: +49 (0) 621-4456-2213
Fax: +49 (0) 621-4456-2190
E-Mail: info@ivss.org

www.issa.int

Haga clic en „Comités para la Prevención” bajo „ENLACES RÁPIDOS”