

## **INCIDENCIA DE LA DIRECTIVA 2002/44/CE SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EN EQUIPOS INDUSTRIALES**

PACS 43.40.At

Fuentes Robles, Marcos; García Ortiz, Eduardo; Cepeda Riaño, Jesús; de Barrios Carro, Mercedes; Búrdalo Salcedo, Gabriel; Ferrero González, Javier  
Laboratorio de Acústica Aplicada  
Universidad de León  
Edificio Tecnológico de Ingenierías II. Campus de Vegazana  
León. España.  
Tel./Fax: 34 987 291 777  
E-Mail: [acustica.lab@unileon.es](mailto:acustica.lab@unileon.es). URL: [www3.unileon.es/lab/acustica](http://www3.unileon.es/lab/acustica)

### **ABSTRACT**

Before July 6 of 2005 must have transposed to the spanish legal ordering the directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25 june 2002. The directive establishes, the minimum the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from vibrations. There are numerous activities in which the worker is exposed to mechanical vibrations, but until the moment a legal emptiness has avoided a correct evaluation, valuation and control. This situation will change with the new directive which will imply a change in the preventive strategies.

### **RESUMEN**

El 6 de julio de 2005 debería haberse transpuesto al ordenamiento jurídico español la directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002. En ella, se regularán las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de las vibraciones. Existen numerosas actividades en las que el trabajador se ve expuesto a vibraciones mecánicas, pero hasta el momento un vacío legal ha impedido una correcta evaluación, valoración y control, situación que cambiará con la nueva directiva y que implicará un cambio en las estrategias preventivas.

### **1. SITUACIÓN ACTUAL**

El control de los agentes físicos en el ambiente industrial se ha mejorado paulatinamente en los últimos años. En este sentido, el Parlamento y el Consejo Europeo han aprobado varias directivas relativas a los agentes físicos, siendo la última en incorporarse la que se refiere a las vibraciones: 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 agentes físicos (vibraciones).

La transposición al derecho español de la citada normativa implicará un cambio en la mentalidad y en la cultura preventiva en esta materia. En esta comunicación nos centraremos en la incidencia que tendrá su aplicación en ambientes industriales.

Hasta el momento el análisis de los riesgos laborales derivados de la exposición a vibraciones no eran sencillos, debido a la falta de claridad y concreción de la indefinida legislación existente. La directiva 2002/44/CE cubrirá, por fin el hueco existente, de modo que las vibraciones puedan ser evaluadas y controladas como cualquier otro riesgo físico, definiendo los parámetros a controlar y sus correspondientes valores límite.

Repasemos brevemente la situación normativa en la que nos encontramos en la actualidad:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995 de 8 de Noviembre. Derogó la obsoleta Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo que databa del año 1971. Supuso un notable avance en términos generales y ha sido unánimemente considerada como una buena Ley. Nos adaptaba a las directivas europeas, dejando el desarrollo de la ley a los respectivos reglamentos que fueran emanando de ella. El que regulará las vibraciones derivará de la directiva que nos ocupa, por tanto hasta la fecha existía una importante laguna en la legislación fundamental sobre prevención de riesgos en esta materia.
- Reglamento de Seguridad en Máquinas, aprobado por RD. 1495/1986, de 21 de julio. Transpone tanto la Directiva 89/392/CEE como su primera modificación, Directiva 91/368/CEE. Debido a la carencia de un reglamento específico, este reglamento ha sido la principal herramienta de valoración de vibraciones en ambientes industriales. En concreto, establece las siguientes referencias:

Anexo I, apartado 2.2. Máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano.

En las instrucciones se indicará lo siguiente sobre las vibraciones que emitan las máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano:

- El valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de aceleración a la que van a ser expuestos los miembros superiores, cuando exceda de  $2,5 \text{ m/s}^2$ , definida por las normas de prueba adecuadas. Cuando la aceleración no exceda de  $2,5 \text{ m/s}^2$ , se deberá mencionar este particular.
- A falta de normas aplicables, el fabricante indicará los métodos de medición utilizados y en qué condiciones se realizaron las mediciones.

Anexo I, apartado 3. Máquinas móviles.

El manual de instrucciones deberá incluir 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 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 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 la misma línea que el anterior el R. D. 1435/1992, de 27 de noviembre intenta aproximar las legislaciones de los Estados de la Unión Europea sobre máquinas en la relación con la directiva mencionada anteriormente (89/392/CEE). Por lo que respecta a las vibraciones sólo se refiere a ellas en su Anexo I estableciendo que la máquina “estará diseñada y fabricada para que los riesgos que resulten de las vibraciones que ella produzca se reduzcan al más bajo nivel posible [...], reduciendo las vibraciones especialmente en su fuente”.
- También es citado este agente físico brevemente en el R. D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, transpone las Directivas 89/655/CEE y su modificación 95/63/CEE. Simplemente cita las vibraciones de una forma sucinta en

su Anexo I, indicando que “todo equipo de trabajo que entrañe riesgos [...] deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos”

Del resumen previo puede obtenerse una conclusión: únicamente el RD. 1495/86, Reglamento de Seguridad de Máquinas, nos da unas pautas sobre vibraciones, pero estableciendo únicamente la información que debe suministrarse con los equipos, sin entrar a valorarlas ni en la forma de medirlas. Es interesante señalar que establece ya una diferencia entre las vibraciones mano-brazo y las vibraciones a cuerpo completo.

Sin legislación específica, es necesario recurrir a norma técnicas. Separando las vibraciones en dos grupos, vibraciones mano-brazo y vibraciones a cuerpo completo. Las normas que se vienen empleando internacionalmente y que se recogen en la nueva directiva son la ISO 5349 para las vibraciones mano-brazo y la ISO 2631 para las vibraciones a cuerpo completo.

## **2. VIBRACIONES MECÁNICAS EN AMBIENTES LABORALES**

La presencia de vibraciones en los ambientes industriales es difícil de evitar. Son muchas las fuentes generadoras presentes y es difícil establecer las vías de transmisión, establecer las holguras entre los distintos componentes o equilibrar perfectamente los elementos rotativos u oscilantes.

En Higiene Industrial el concepto de vibración se restringe a aquéllas que son transmitidas al cuerpo humano a través de su contacto con alguna superficie vibrante, es decir, “toda vibración transmitida al organismo humano por estructuras sólidas que sea nociva para la salud o entrañe cualquier otro tipo de peligro” (Convenio 148/1977 de la Organización Internacional del Trabajo).

Son numerosas las actividades industriales en las que existe una sobre exposición a vibraciones, aunque hasta el momento no han gozado de gran atención, con importantes influencias sobre la salud del trabajador. Entre los sectores más afectados, sin pretender hacer una lista exhaustiva, tenemos: agricultura, construcción, ebanistería-serrería, máquinas-herramientas, metalurgia, minería, etc.

## **3. LA DIRECTIVA 2002/44/CE**

La directiva, que fue publicada en el DOCE el 6 de julio de 2002, establece las disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud originados por vibraciones mecánicas.

### **3.1. Transposición**

La directiva debía de estar transpuesta al derecho de cada uno de los Estados miembros el 6 de julio del presente 2005. En el caso español es, pues, preciso analizar con profanidad las el cambio que el nuevo enfoque legal de las vibraciones va a suponer. No obstante, contempla que los Estados miembros pueden disponer de un período transitorio máximo de cinco años en los casos de equipos de trabajo suministrados antes del 6 de julio de 2007 (es decir, hasta julio de 2010). En algunos de los sectores con más dificultades para realizar el cambio que requiere la directiva, se ha establecido una prórroga, concretamente los sectores silvícola y agrícola tendrán hasta julio de 2014 como periodo transitorio máximo.

### **3.2. Valores Límites y Valores de Acción**

Además de diferenciar las exposiciones del sistema mano-brazo y la exposición del cuerpo completo introduce la posibilidad de cuantificar la exposición como dosis de vibración, práctica poco extendida hasta el momento en el análisis de los resultados.

Sistema mano-brazo, periodo de referencia de 8 horas:

- i. valor límite de exposición diaria normalizado:  $5 \text{ m/s}^2$ .
- ii. valor de exposición diaria normalizado que da lugar a una acción:  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

Transmisión a cuerpo completo, periodo de referencia de 8 horas:

- i. valor límite de exposición diaria normalizado:  $1,15 \text{ m/s}^2$ .
- ii. valor de exposición diaria normalizado que da lugar a una acción:  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Ya se ha señalado que el anexo I de la Directiva indica cómo evaluar las vibraciones para ambos casos, que con algún ligero cambio, será de acuerdo con la norma ISO 5349 para el sistema mano-brazo, y con la norma ISO 2631, para cuerpo entero.

### **3.3. Control de los Riesgos y Vigilancia de la Salud**

Como es habitual en este tipo de documentos la directiva indica cómo evaluar los riesgos, cómo evitarlos y/o controlarlos y establece una vigilancia de la salud.

Indica como obligaciones del empresario las medidas a tomar se superan los "valores de acción". Deja claro que "los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite", teniendo que tomar el empresario de inmediato medidas en caso de que se sobrepasen esos límites. Especialmente interesante es que se haga referencia a riesgos inherentes a la exposición a vibraciones mecánicas. Así, para el sistema mano-brazo, la directiva asume que las vibraciones provocan "problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares". Otro tanto ocurre con las vibraciones a cuerpo entero, mencionándose "lumbalgias y lesiones de la columna vertebral".

Una vez reconocidos estos riesgos laborales, insiste en la necesidad de disponer de un control adecuado de la salud si los trabajadores están expuestos a valores que superen los niveles de acción, dejando libertad a cada Estado para que legisle sobre estos aspectos.

## **4. APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA**

Esta directiva establece, por fin, las normas técnicas de medición y evaluación que deben aplicarse en las situaciones de existencia de vibraciones mecánicas en el ambiente laboral. Desde este momento hasta el final del periodo transitorio, el sector industrial (junto con otros sectores) tendrá que saberse adaptar a los nuevos requerimientos exigidos. Las consecuencias en algunos casos serán notables, e implicarán cambios en los modelos y en las mentalidades. Para comprender mejor la situación en la que estamos y lo que habrá que hacer en un futuro inmediato vamos a aplicar la nueva directiva a un puesto de trabajo de un taller de inyección de plástico de la Escuela de Ingenierías de la Universidad de León.



Figura 1 – Máquina inyectora de plástico analizada

Las medidas se realizaron con los siguientes equipos:

- Sonómetro analizador integrador de precisión de dos canales en tiempo real, Symphonie 01 dB.
- Acelerómetro PCB Piezotronics mod. 356A02.
- Calibrador de vibraciones RION mod. VE-10.

Se realizaron un total de 8 mediciones en distintos puntos de acceso a la máquina en los que habitualmente se sitúa el operario. El punto 1 fue el que presentó unos valores más elevados de aceleración, siendo en bandas de tercio de octava y en decibelios los siguientes

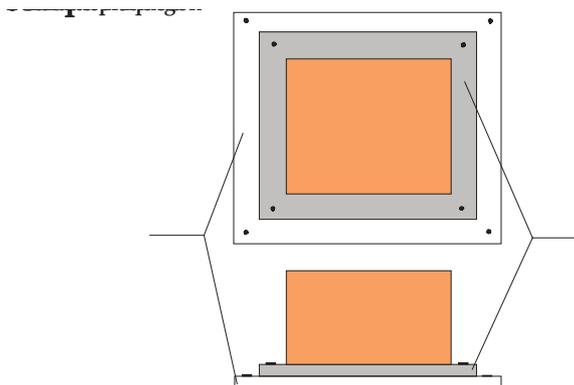


Figura 2 – Croquis y puntos de medida en la máquina

frecuencia ( HZ)	Aceleraciones		
	Eje z (dB)	Eje x (dB)	Eje y (dB)
1	58,0	58,5	57,0
1,25	57,8	60,7	58,3
1,6	56,4	62,8	57,8
2	59,1	66,3	60,6
2,5	60,4	67,0	62,0
3,15	63,7	69,4	64,2
4	68,6	74,7	68,5
5	69,0	74,0	68,2
6.3	74,5	77,6	72,6
8	80,5	82,5	77,3
10	87,9	88,1	82,0
12,5	92,9	94,7	88,3
16	97,8	103,8	98,5
20	103,8	99,2	95,5
25	117,7	108,3	107,4
31,5	101,1	94,5	101,9
40	94,3	95,8	106,9
50	95,8	100,0	107,9

63	98,3	91,4	100,0
80	106,4	103,1	103,2

Tabla 1. Aceleraciones medidas en cada eje

La directiva exige calcular los valores eficaces de las aceleraciones ponderadas en frecuencia, según los 3 ejes. El filtro de ponderación frecuencial a aplicar siguiendo lo especificado en la directiva se expresa en la figura 3. Una vez aplicados los filtros y expresando la aceleración en  $m \cdot s^{-2}$  obtendremos los resultados de aceleración ponderados.

Una vez obtenidos los valores de aceleración ponderada en frecuencia y mayorados los valores de los ejes transversales con el factor 1,4, según se indica en la directiva:

- $a_{wx} = 0,049 m/s^2$ ;  $1,4 \cdot 0,049 = 0,069 m/s^2$
- $a_{wy} = 0,058 m/s^2$ ;  $1,4 \cdot 0,058 = 0,081 m/s^2$
- $a_{wz} = 0,259 m/s^2$

El valor de referencia, por tanto, será  $a_{wz} = 0,26 m/s^2$ . Este valor no supera el "valor de acción" citado en la Directiva, no teniendo que realizarse, por lo tanto ninguna intervención.

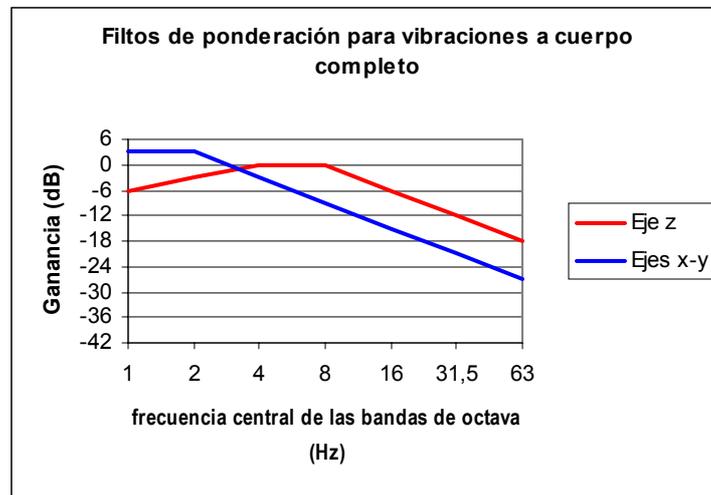


Figura 3. Filtros de ponderación frecuencial por ejes

## 5. CONCLUSIONES

La nueva directiva va a permitir un control de la salud de los trabajadores expuestos a un agente físico con importantes repercusiones como son las vibraciones mecánicas. Las moratorias en algunos de los sectores más afectados permitirán que la transición no se traumática, si bien, se debe empezar ya con la adaptación.

El modelo de cálculo propuesto es simple, claro y perfectamente conocido ya por la mayoría de los higienistas industriales.

## 6. REFERENCIAS

- Directiva 2002/44/CE de 25 de junio de 2002
- Convenio 148 de la Organización Internacional del Trabajo
- Vibración mecánica. Guía para la evaluación de la exposición humana a vibraciones mano-brazo (ISO 5349).
- Vibración mecánica y choques. Evaluación humana a la vibración de cuerpo completo (ISO 2631).