

Máster Universitario en Gestión de Prevención de Riesgos
Laborales



Facultad de Ciencias del Trabajo
Universidad de León
Curso 2015 / 2016



MEDICIÓN Y CONTROL DE VIBRACIONES QUE AFECTAN AL CUERPO ENTERO EN LA MINERÍA A CIELO ABIERTO DE SANTA LUCIA DE GORDÓN

“MEASUREMENT AND CONTROL OF VIBRATIONS THAT
AFFECT WHOLE BODY IN OPENCAST MINING OF SANTA
LUCIA DE GORDON”

Realizado por el alumno Dña. Elisabet Celada Álvarez.

Tutorizado por el Profesor D. Eduardo García Ortiz.

RESUMEN

En este trabajo se estudiarán los datos obtenidos en la medición de vibraciones de maquinaria en la minería a cielo abierto. Realizaremos la evaluación de los riesgos en función de los resultados obtenidos para concluir si las situaciones para los trabajadores son aceptables o conllevan algún riesgo para su salud.

También analizaremos los factores que influyen en el valor de la exposición para concretar las medidas que reducirán los riesgos encontrados. Finalmente llevaremos una estrategia de control y una reevaluación de las vibraciones periódica en los equipos de trabajo que lo requieran para que nunca superen los límites establecidos.

ABSTRACT

In this essay the data obtained in the measurement of vibration of machinery in opencast mining are studied. We perform risk assessment based on the results obtained to conclude whether the conditions for workers are acceptable or involve some risk to your health.

We will also discuss the factors that influence the value of exposure to specify the measures that will reduce the risks found. Finally we take a control strategy and a reassessment of periodic vibrations in machinery that require them to never exceed the limits.

PALABRAS CLAVE

Vibraciones
Maquinaria
Minería
Límites
Control

KEYWORDS

Vibrations
Machinery
Mining
Limits
Control

ÍNDICE

1- ANTECEDENTES	1
2- DESCRIPCIÓN DE LA MINA Y SUS ACTIVIDADES	2
3- NORMATIVA	3
4- VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO	4
4.1- DEFINICIÓN	4
4.2- VALORES LÍMITE	5
4.3- EFECTOS	6
Efectos físicos relacionados con la salud	7
Efectos sobre el rendimiento	8
5- EVALUACIÓN DE RIESGOS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	9
5.1- LA EVALUACION DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN	9
6- MEDICIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MINA	13
6.1- METODOLOGÍA	13
6.2- EQUIPOS EMPLEADOS	14
6.3- EQUIPOS DE TRABAJO.....	15
7- RESULTADOS	18
8- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL VALOR DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	21
8.1- TIEMPO DE EXPOSICIÓN	21
8.2- ESTADO DE LAS PISTAS	21
8.3- CARGA DEL EQUIPO	22
8.4- TIPO DE MATERIAL	23
8.5- TIPO DE CONDUCCIÓN Y VELOCIDAD.....	23
8.6- ANTIGÜEDAD DE LAS MÁQUINAS	24
9- MEDIDAS PARA REDUCIR LOS RIESGOS	25
10- CONTROL DE VIBRACIONES	27
10.1- ESTRATEGIA	27
10.2- PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES	27
10.3- CONTROL DEL RIESGO.....	28

OTROS MÉTODOS DE TRABAJO	28
SELECCIÓN DEL EQUIPO.....	28
PLANIFICACIÓN DE LAS TAREAS Y LOS PROCESOS	29
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS Y LUGARES DE TRABAJO.....	30
FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES	31
HORARIOS DE ROTACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO.....	31
ASIENTOS CON SUSPENSIÓN	32
10.4- REEVALUACIÓN DE LAS VIBRACIONES.....	32
11- VIGILANCIA DE LA SALUD	33
12- CONCLUSIONES.....	35
13- BIBLIOGRAFÍA.....	36

1-ANTECEDENTES

En las actividades extractivas de exterior es fundamental el uso de maquinaria para el transporte, carga o movimiento de materiales entre otras.

Estos vehículos utilizados en minería pueden transmitir vibraciones a todo el cuerpo del conductor provocando que los riesgos para su salud se incrementen sobre todo en aquellas personas que se exponen durante un periodo largo.

La evaluación de la exposición a vibraciones en los puestos de trabajo que manejan estos equipos es muy importante desde el punto de vista de higiene industrial tanto por los costes sociales que se derivan como por los costes económicos que provocan.

Todas aquellas personas que manejen este tipo de maquinaria como pueden ser los dúmperes, palas cargadoras, camiones o las retroexcavadoras pueden padecer, en particular, dolores lumbares, lesiones de cuello, espalda o ciáticas causando bajas laborales. Además los trastornos músculo-esqueléticos son la principal causa de las dolencias de origen laboral indicada por los trabajadores.

El informe anual de 2008 sobre “Daños a la salud en el trabajo” del INSHT en referencia a las enfermedades profesionales (osteoarticulares o angioneuróticas) provocadas por las vibraciones mecánicas muestra un aumento del 36 % respecto del año 2007.

Con el fin de hacer frente a las necesidades de formación detectadas y basándose en la publicación del Real Decreto 1311/2005 sobre vibraciones, AITEMIN ha desarrollado la actividad denominada “Formación sobre el riesgo de vibraciones en la maquinaria móvil de la minería española” con el fin de proporcionar a los empresarios, trabajadores y representantes los conocimientos suficientes y adecuados para trabajar con seguridad frente al riesgo de vibraciones mecánicas debidas al uso de maquinaria.

2- DESCRIPCIÓN DE LA MINA Y SUS ACTIVIDADES

Los terrenos de la mina a cielo abierto de Santa Lucía de Gordón, se encuentran dentro del pueblo de Santa Lucía de Gordón, término municipal de La Pola de Gordón.

Está ubicada a unos 40 km de distancia de la ciudad de León por la N630 dirección Asturias. También se puede acceder a la mina por la carretera secundaria C-626 dirección Matallana de Torío desde La Robla.

Desde 1960 esta mina a cielo abierto extrae el carbón del macizo rocoso mediante una serie de operaciones (maquinaria y explosivos). Posteriormente se carga la roca arrancada hasta la escombrera y por separado se transporta el mineral extraído.



3- NORMATIVA

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).

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, procede a la transposición al derecho español del contenido de esta Directiva 2002/44/CE.

Este Real Decreto 1311/2005 tiene por objeto 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.

Por otro lado, también, establece 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.

Tomaremos como objetivo final el evitar y reducir la exposición de manera que los riesgos que se deriven de estas exposiciones a vibraciones mecánicas se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible. Las disposiciones del Real Decreto 1311/2005 en nuestro caso particular de la minería se aplicarán a los trabajadores expuestos a vibraciones mecánicas por causa de la utilización de maquinaria móvil (dúmpers, retroexcavadoras, palas cargadoras,...).

4- VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO

4.1- DEFINICIÓN

Según el R.D. 1311/2005 (ART 2) se define como 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.

Las vibraciones transmitidas al cuerpo entero son aquellas que el cuerpo recibe cuando gran parte de su peso descansa sobre una superficie vibrante (por ejemplo, el asiento o respaldo del puesto de conducción de maquinaria móvil).

Los efectos producidos por las vibraciones en el cuerpo humano dependen, esencialmente, de las siguientes características:

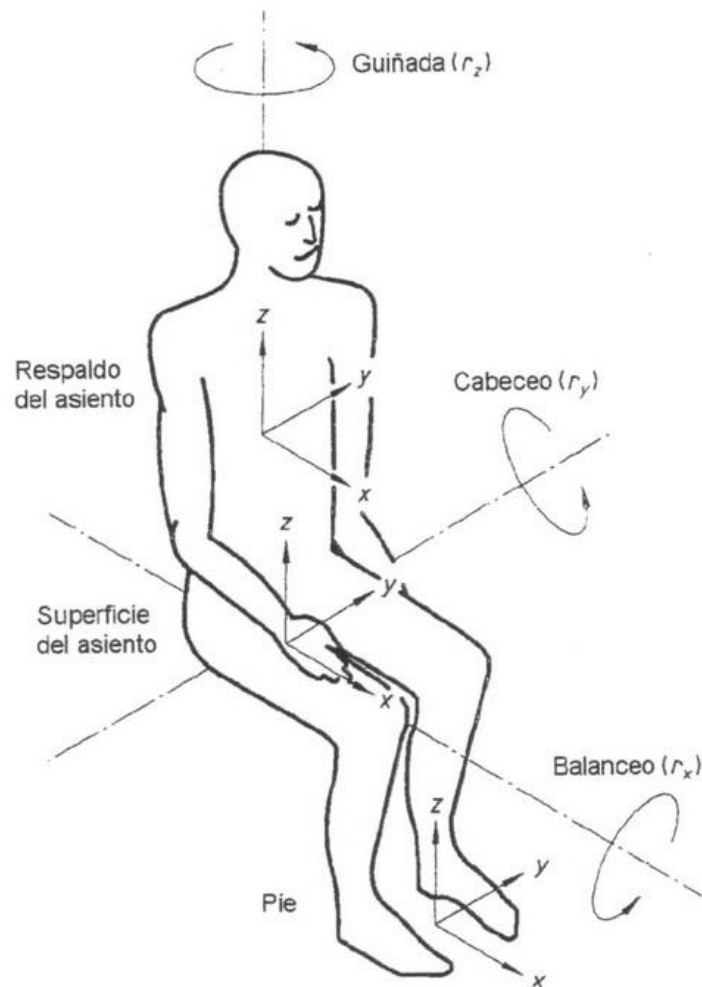
- Magnitud de la vibración.
- Frecuencia.
- Dirección en que incide en el cuerpo humano.
- Tiempo de exposición.

La magnitud de una vibración puede medirse en función del desplazamiento producido por la vibración. Por tratarse de un movimiento es posible determinarla en términos de la velocidad o de la aceleración producida. En el caso que nos ocupa para determinar la magnitud de la vibración se utiliza la aceleración.

La frecuencia ¹ revela el número de veces que vibra por segundo y se mide en hercios (Hz). Las vibraciones producidas por las máquinas, prácticamente nunca van a ser vibraciones de una frecuencia determinada sino una mezcla de vibraciones de diversas frecuencias.

¹ 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. Por debajo de los 0,5 Hz se sitúan las vibraciones causantes de efectos tales como el mareo.

La dirección de incidencia de las vibraciones en el cuerpo humano se evaluará conforme a un sistema de coordenadas basicéntrico tal como se indica en la figura siguiente.



El tiempo de exposición es el tiempo que el trabajador está expuesto a vibraciones a lo largo de la jornada laboral. Para la evaluación del riesgo es fundamental determinar este factor adecuadamente, ya que no tiene por qué coincidir con la jornada de trabajo.

4.2- VALORES LÍMITE

El R.D. 1311/2005 (ART 3 punto 2), establece los siguientes valores para la vibración transmitida al cuerpo entero:

- El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en **1,15 m/s²**.
- 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 m/s²**.

Cuando se rebase el valor de exposición diaria de 0,5 m/s² es necesario establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y/o de organización con el fin de reducir al mínimo posible el riesgo de exposición a vibraciones mecánicas.

En ningún caso los trabajadores deberán estar expuestos a valores superiores al valor límite de exposición diaria. Si se superase este valor, se han de tomar de inmediato medidas para reducir la exposición a niveles “aceptables”.

La exposición del trabajador a la vibración transmitida al cuerpo entero se evaluará o medirá con arreglo a lo dispuesto en el anexo del Real Decreto 1311/2005 (Apartado B.1).

Cualquier circunstancia fuera de lo normal en la realización de mediciones deberá razonarse por el empresario, ser previamente consultada con los trabajadores y/o sus representantes, constar de forma clara en la evaluación de riesgos laborales y comunicarse a la autoridad laboral mediante el envío a esta 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 este procedimiento.

4.3- EFECTOS

La exposición a vibraciones cuerpo entero puede provocar efectos perjudiciales para la salud del trabajador. La relación causa efecto está bien determinada en algunos casos, mientras que en otros casos no es posible llegar a una conclusión a través del conocimiento científico.

La exposición prolongada a vibraciones cuerpo entero puede producir molestias, agravar lesiones dorsales, mermar el rendimiento y en general, plantear un riesgo para la salud y para la seguridad.

Se han realizado estudios que demuestran que la exposición a largo plazo provoca un elevado riesgo para la salud, para la columna, cuello y hombros.

Según estos estudios los trabajadores expuestos a vibraciones cuerpo entero presentan una mayor disposición a dolores lumbares, hernias discales y degeneración precoz de la columna. También aparecen numerosos problemas relacionados con dolores de hombros y cuello, que podrían deberse a la exposición a vibraciones.

Algunos de los efectos descritos como producidos por las vibraciones globales son difíciles de distinguir de los efectos debidos, por ejemplo, a posturas de asiento inadecuadas, características antropométricas, carga de trabajo, elevación de pesos y la edad.

Entre los efectos que pueden ser considerados como causa de una exposición prolongada a vibraciones mecánicas, se puede distinguir entre efectos físicos relacionados con la salud y efectos sobre el rendimiento.

Efectos físicos relacionados con la salud

Las vibraciones de cuerpo entero podrían producir trastornos respiratorios, músculo-esqueléticos, sensoriales, cardiovasculares, efectos sobre el sistema nervioso, sobre el sistema circulatorio o sobre el sistema digestivo. A continuación se muestran algunos de los efectos o daños físicos que han sufrido trabajadores expuestos a vibraciones:

Afecciones músculo-esqueléticas:

- Lesiones en los discos intervertebrales.
- Lumbalgias.
- Pinzamientos.

- Ciática.
- Lesiones raquídeas menores.

Otras alteraciones:

- Digestivas.
- Vasculares periféricas (hemorroides, varices).
- Esfera reproductiva (abortos espontáneos, desórdenes menstruales).

Efectos sobre el rendimiento

La exposición a vibraciones mecánicas también puede provocar una disminución en el rendimiento del trabajador, consecuencia de síntomas tales como:

- Visión borrosa.
- Movimientos involuntarios.
- Malestar, fatiga, estrés.
- Falta de atención.
- Mareo inducido por el movimiento.

Existen otros factores que pueden aumentar el riesgo de que se produzcan daños para la salud, la conducción de máquinas móviles puede provocar tensiones en espalda, cuello y hombros, debido a posiciones sentadas prolongadas en posturas inadecuadas o forzadas, giros frecuentes, movimientos bruscos, etc.

Los trabajadores deben ser informados sobre los riesgos de la exposición a vibraciones, así como de los síntomas que presentan las lesiones producidas por la exposición, de forma que ante cualquier anomalía que pueda presentarse, puedan realizar una consulta al servicio médico con la máxima rapidez.

5- EVALUACIÓN DE RIESGOS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

El empresario obligatoriamente realizará la evaluación de riesgos en los puestos donde la exposición a vibraciones sea perjudicial para la salud de los trabajadores, realizando mediciones de estas.

El empresario deberá tener en cuenta en la evaluación los siguientes aspectos:

- El nivel de la exposición.
- El tipo de exposición.
- El tiempo de la exposición.
- Valor límite de exposición y valor límite que da lugar a una acción.
- Trabajadores sensibles expuestos al riesgo.
- Información facilitada por los fabricantes de los equipos de trabajo según normas reguladas.
- Reducción de niveles de exposición.
- Si existe prolongación de la jornada laboral y por tanto, prolongación de la exposición a vibraciones.
- Condiciones de trabajo específicas (temperaturas altas, bajas...).
- La información obtenida del control y vigilancia médica de los trabajadores.

5.1- LA EVALUACION DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN

La evaluación del nivel de exposición de las vibraciones se realiza a través del cálculo de la exposición diaria A (8) expresada como la aceleración continua equivalente para un periodo de 8 horas, calculada como el mayor de los valores eficaces de las aceleraciones ponderadas en frecuencia determinadas según los tres ejes ortogonales (1,4 awx, 1,4 awy, awz), para un trabajador sentado o de pie.

Ésta evaluación puede efectuarse de dos maneras, la primera, mediante medición y la segunda mediante una estimación basada en la información relativa al nivel de emisión de los equipos de trabajo utilizados o prácticas específicas (fabricante).

Para este último caso se establecen unos requisitos en el Real Decreto 1311/2005 (Guía Técnica, apéndice 2. INSHT) que permiten al empresario evaluar el riesgo sin llevar a cabo una medición pero es necesario que se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Disponer de los valores de emisión del equipo, que pueden ser suministrados por el fabricante o proceder de otras fuentes.
- Las condiciones de funcionamiento reales del equipo son similares a aquéllas para las que se han obtenido los niveles de emisión publicados.
- El equipo debe estar en buenas condiciones y su mantenimiento se realizará según las recomendaciones del fabricante.
- Las herramientas insertadas y los accesorios utilizados deben ser similares a los empleados para la determinación de los valores declarados de la aceleración.

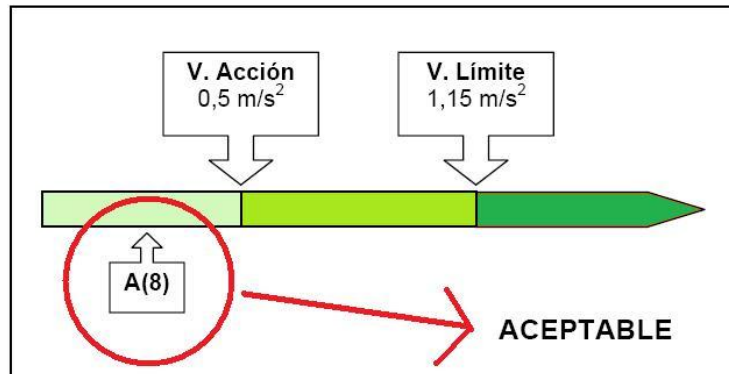
En nuestro caso, realizaremos las mediciones y evaluaremos el nivel de exposición a la vibración mecánica según los resultados que obtengamos.

En función de los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos por exposición a vibraciones mecánicas de cuerpo entero, el empresario ha de establecer y ejecutar las medidas preventivas oportunas que permitan eliminar o reducir el riesgo a niveles aceptables.

En las mediciones de los puestos podemos encontrarnos diferentes situaciones atendiendo al valor de exposición diaria a vibraciones de cuerpo entero.

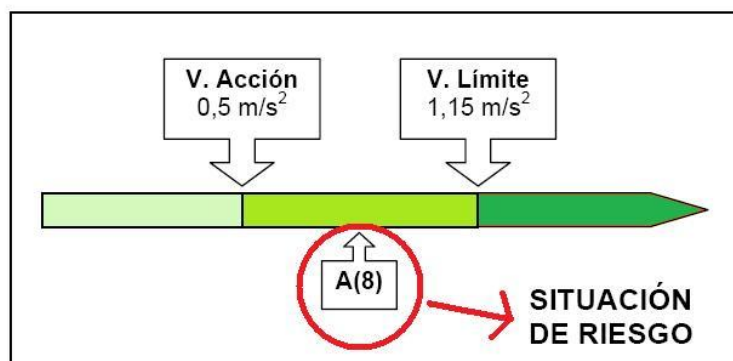
CASO 1:

La exposición diaria A (8) es inferior al valor de exposición que da lugar a una acción.



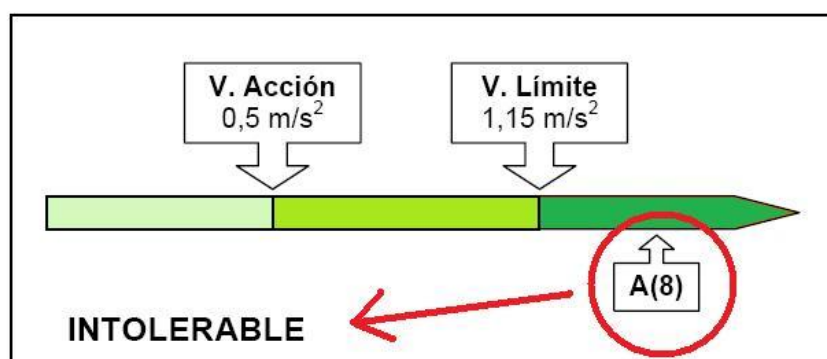
CASO 2:

La exposición diaria A (8) se encuentra comprendida entre el valor de acción y el valor límite de exposición a vibraciones cuerpo entero.



CASO 3:

La exposición diaria A (8) supera el valor límite de exposición a vibraciones cuerpo entero.



Tendríamos controlado el riesgo por exposición a vibraciones mecánicas según el Real Decreto 1311/2005 si realizamos correctamente cada uno de los pasos siguientes.

- 1) Identificación del riesgo por exposición a vibraciones en los puestos de trabajo.
- 2) Eliminar o reducir el riesgo en base a los principios de la acción preventiva.
- 3) Evaluación del riesgo.
- 4) Medición (En nuestro caso, si no mediante otros métodos de trabajo).
- 5) Cálculo del A (8).
- 6) Situación presente.
- 7) Medidas preventivas y vigilancia de la salud.
- 8) Información, formación, consulta y participación de trabajadores.
- 9) Revisiones de la evaluación de riesgos.

6- MEDICIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MINA

6.1- METODOLOGÍA

Las indicaciones de los fabricantes de la maquinaria así como otras publicaciones o estudios publicados nos pueden ayudar a la hora de saber la exposición de los trabajadores a cuerpo entero. No obstante, ésta exposición no solamente es debida a el uso de la maquinaria sino que depende de otras condiciones o factores como la velocidad del vehículo, el operario de la maquina, el estado de las pistas, etc. Por eso, es recomendable hacer un estudio de la medición “in situ” para obtener los valores reales y así evaluar los riesgos correctamente.

Conforme a la Norma ISO 2631 determinaremos el valor de la aceleración eficaz y conocido el tiempo de la vibración podremos obtener la exposición diaria para un periodo de referencia de 8 horas, A (8).

Estas mediciones se harán en los tres ejes de referencia (x, y, z) dependiendo de la postura que se vaya a evaluar. Una vez tengamos la aceleración eficaz ponderada en frecuencia para uno de los tres ejes realizaremos la evaluación teniendo en cuenta al mayor de los valores obtenidos. Realizándose estas medidas durante periodos de trabajo normales y representativos.

Es muy importante tener en cuenta si el trabajador está sometido a varias fuentes de vibración en su jornada ya que puede manejar varios equipos que tengan diferentes niveles de vibración. En nuestro caso, los trabajadores de la maquinaria que estamos midiendo trabajan sentados normalmente por esto, hemos colocado el acelerómetro en la superficie del asiento para que los valores sean representativos.



Para cada tarea u operación en la cual se vaya a medir el nivel de vibraciones al que está expuesto el trabajador, debemos identificar cada uno de los siguientes puntos:

- Las características de la máquina utilizada (marca, modelo, antigüedad, presión de inflado de los neumáticos, régimen de funcionamiento, potencia, horas de trabajo o kilómetros, etc.)
- Las operaciones que se están llevando a cabo con ella y si es posible identificar ciclos repetitivos o tareas.
- La duración media diaria de la operación o ciclo de trabajo.
- La naturaleza y estado del terreno (pistas, carretera, vertedero, etc.)
- El estado, posición y características del asiento (tipo de suspensión, regulación del trabajador, etc.)
- 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.

6.2- EQUIPOS EMPLEADOS

Para la medida y registro de vibraciones se ha de utilizar un analizador de vibraciones y un acelerómetro triaxial de cuerpo entero.

El equipo que hemos empleado para determinar la exposición a vibraciones es el denominado **SVAN 958**. Se trata de un analizador de vibraciones y sonido de cuatro canales, que se ajusta a la norma ISO 8041 e ISO 2631. Sus características permiten llevar a cabo mediciones paralelas, con filtros definidos independientemente y distintas constantes de tiempo para el detector RMS.

Los datos que recoge el equipo (RMS, Máx, Pico...) son registrados en una memoria interna para posteriormente incluirlos en un ordenador y poder trabajar con los datos obtenidos.



El equipo ha de configurarse correctamente antes de realizar cualquier medición en campo. Para llevar a cabo las mediciones de vibración al cuerpo entero en personas en posición sentada y con el acelerómetro sobre el asiento, se utiliza la combinación $W_d + W_k$, el primero de los filtros aplica al eje X y al eje Y, el segundo para el eje Z. Estos filtros se pueden definir en la configuración del equipo de medida.

Una vez volcados los datos de las mediciones al ordenador, a través del software se obtienen los valores de aceleración ponderados en frecuencia y para cada eje. También permite conocer el valor de exposición diaria a vibraciones en función de varias mediciones realizadas, así como el vector aceleración, tiempos restantes y totales de exposición, etc.



6.3- EQUIPOS DE TRABAJO

Las mediciones se han realizado en esta mina de Santa Lucía de Gordón registrándose un total de 15 equipos de trabajo que describo a continuación:

Medición y control de vibraciones que afectan al cuerpo entero en la minería a cielo abierto de Santa Lucia de Gordón

Elisabet Celada Álvarez

EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	FOTO
DUMPER	4	Komatsu HD465	
CUBA DE RIEGO	1	MAN	
CAMIÓN	3	MB 3340	
RETROEXCAVADORA	1	Komatsu PC750SE- 6K	
PALA MIXTA	2	Komatsu WA600	
PERFORADORA	1	Tamrock 1100	

MOTONIVELADORA	1	CAT 16M	
4 X 4	2	Land Rover Defender	

En cada una de las operaciones en que se ha llevado a cabo la medición del nivel de vibración se ha identificado:

- Características generales de la máquina utilizada (marca, modelo, antigüedad, presión de inflado de los neumáticos, etc.).
- El tipo de trabajo realizado con la máquina durante la jornada laboral.
- La naturaleza del terreno sobre el que se trabaja (estado y mantenimiento de pistas y plataformas de trabajo).
- Las características del asiento (estado de conservación, tipo de suspensión y otras características específicas).
- Si es posible se identifican los ciclos de trabajo y se controla el número de ciclos realizados en una jornada laboral, así como la duración de cada uno de los mismos.

Para cada uno de los equipos muestreados se ha creado una ficha con características técnicas para poder crear una base de datos para posteriores mediciones o control de los mismos.

7- RESULTADOS

Se puede realizar la evaluación de los resultados mediante:

- a) Evaluación mediante el valor RMS (o valor eficaz).
- b) Evaluación mediante el valor VDV (o valor de dosis de vibraciones).

Una vez obtenidos los resultados los colocaremos en tablas para que tengamos una mejor percepción de los valores significativos de los equipos analizados.

Realizaremos una evaluación mediante el valor RMS (o valor eficaz) y no una evaluación mediante el VDV (o valor de dosis de vibraciones) ya que es más utilizado en otros países.

La exposición diaria a vibraciones se obtiene a partir de la composición de los valores obtenidos en las distintas mediciones llevadas a cabo en los equipos durante el trabajo de campo, realizadas sobre períodos de tiempo de trabajo representativos, ponderando los valores a un período de referencia de 8 horas.

No solamente en la toma de datos se obtiene el valor del RMS si no que también otros valores como el máximo, el valor pico o el MTVV (Valor máximo de vibración transitoria).

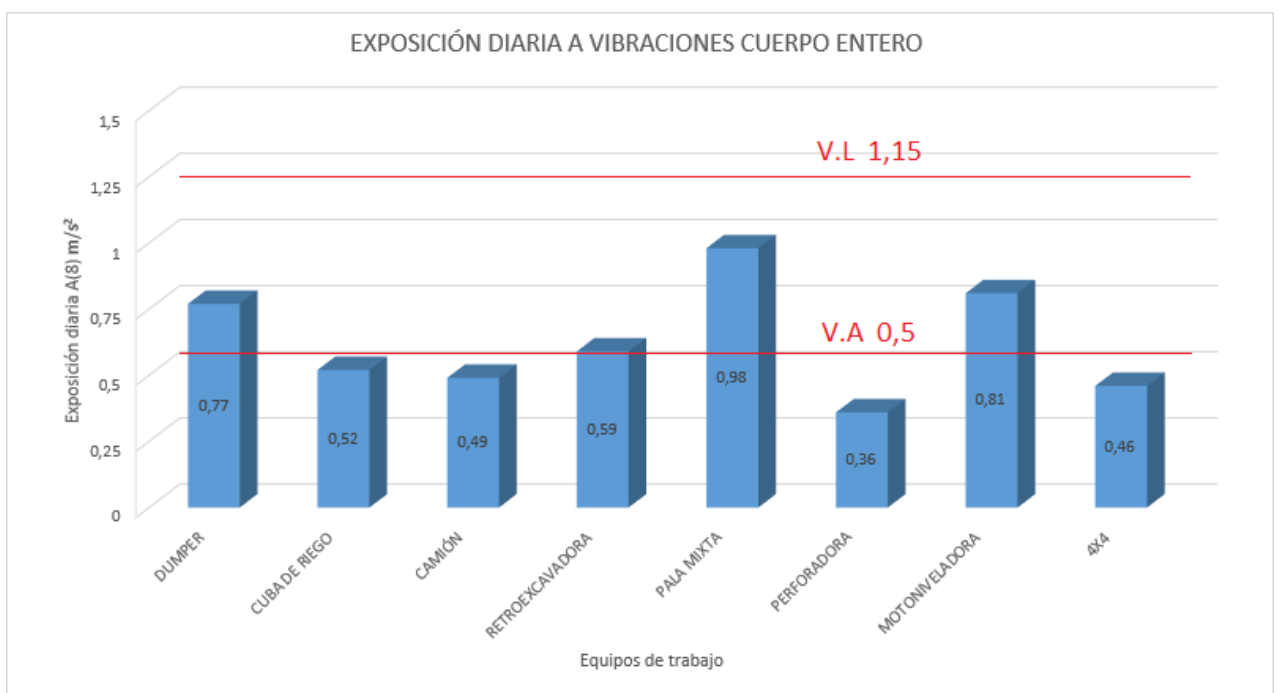
Medición y control de vibraciones que afectan al cuerpo entero en la minería a cielo abierto de Santa Lucia de Gordón

Elisabet Celada Álvarez

CÓDIGO	EQUIPO	ANTIGÜEDAD	RMS m/s ²					
			HORAS O KM	A(8)	V.A	V.L	%< V.A	V.A<A(8)<V.L
1	DUMPER	7250 horas	0,80	0,50	1,15	25%	50%	25%
2		6930 horas	0,57					
3		4179 horas	0,44					
4		14960 horas	1,28					
5	CUBA DE RIEGO	1346 horas	0,52			0%	100%	0%
6	CAMIÓN	92308 km	0,40			33%	67%	0%
7		62334 km	0,48					
8		50201 km	0,60					
9	RETROEX-CAVADORA	28615 horas	0,59			0%	100%	0%
10	PALA	3002 horas	0,93			0%	100%	0%
11	MIXTA	1238 horas	1,02					
12	PERFORADORA	12309 horas	0,36			100%	0%	0%
13	MOTONIVELADORA	13431 horas	0,81			0%	100%	0%
14	4X4	22651 horas	0,43			100%	0%	0%
15		22374 horas	0,48					



En el gráfico siguiente se representan los valores medios de exposición a vibraciones para los distintos equipos de trabajo en los que se han llevado a cabo las mediciones.



8- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL VALOR DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

Como hemos dicho en ocasiones anteriores no solamente influye la propia máquina si no otros factores que a continuación describiremos:

8.1- TIEMPO DE EXPOSICIÓN

El tiempo de exposición es un factor determinante para la evaluación del riesgo por vibraciones. No cabe duda que cuanto mayor es el tiempo de exposición mayor es el riesgo.



En una explotación minera es difícil reducir el tiempo que un trabajador está expuesto a vibraciones debido al uso de esta maquinaria, normalmente se corresponden con casi el total de la jornada laboral, que en muchos casos es superior a las 8 horas.

En el caso en que sea necesario, una medida efectiva para reducir el tiempo de exposición es realizar pausas en el trabajo y tratar de rotar puestos. Un trabajador puede trabajar en distintas máquinas que emiten distintos niveles de vibración, de este modo se podrían “compensar” los altos niveles de vibración a que pudiera estar sometido durante la utilización de determinados equipos de trabajo.

8.2- ESTADO DE LAS PISTAS

El estado en que se mantiene la superficie de rodadura contribuye también a aumentar la exposición diaria a vibraciones. Hay que evitar en lo posible, con un mantenimiento periódico de las pistas, los baches, socavones, obstáculos, piedras, etc.



La pendiente es otro factor que también contribuye a aumentar el riesgo. Subiendo por una pista, el nivel de vibraciones suele ser menor, debido a que la velocidad también suele ser mucho menor. Sin embargo bajando se suele aumentar la velocidad y en consecuencia aumentar el nivel de vibraciones.

8.3- CARGA DEL EQUIPO

La carga y su correcta distribución en el equipo es un factor importante en dúmperes y camiones. Está demostrado que el riesgo por vibraciones es mucho mayor en estos vehículos, cuando se realizan desplazamientos en vacío que cuando van cargados.

En la mayoría de los casos, en las explotaciones mineras este factor va ligado con la pendiente y la velocidad. Es decir, en las operaciones de movimiento de tierras normalmente un dúmper suele desplazarse cargado, subiendo y a poca velocidad, o desplazarse sin carga, bajando y a mayor velocidad. En el primer caso el riesgo por exposición a vibraciones es normalmente menor que en el segundo caso, salvo que intervengan otros factores además de la carga, pendiente y velocidad.



8.4- TIPO DE MATERIAL

El tipo de material afecta en las vibraciones producidas en retroexcavadoras principalmente, pero también en otros equipos tales como motoniveladoras y palas cargadoras.

En las operaciones de arranque de material influye el tipo de material y las características de la voladura, así como si el material es arrancado del principio o final de voladura.

Si la voladura ha sido deficiente, el nivel de vibraciones recibido en las máquinas de arranque es más acusado. De igual modo ocurre cuando se trata de material de final de voladura.



8.5- TIPO DE CONDUCCIÓN Y VELOCIDAD

El tipo de conducción y la velocidad aumentan también el riesgo debido a vibraciones en el uso de maquinaria móvil. Una conducción con movimientos bruscos, tirones y sacudidas, y a gran velocidad incrementa de forma exponencial el riesgo para el trabajador y tendrá también serias consecuencias para la máquina. Siempre se ha de tratar de adecuar la velocidad a las condiciones del terreno y a los límites establecidos por la empresa.



8.6- ANTIGÜEDAD DE LAS MÁQUINAS

La antigüedad de las máquinas contribuye a un mayor riesgo de exposición a vibraciones. De igual modo, si no se realiza un correcto mantenimiento periódico de los equipos de trabajo, estamos acelerando el envejecimiento de la máquina y los sistemas de amortiguación, y con ello aumentando el riesgo por vibraciones.



9- MEDIDAS PARA REDUCIR LOS RIESGOS

Todos los riesgos que derivan de la exposición a vibraciones mecánicas deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y las medidas de control.

Dependiendo de los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos realizada, el empresario deberá elaborar y llevar a cabo una serie de medidas técnicas y de organización que tengan como finalidad el reducir al mínimo la exposición a vibraciones de los trabajadores.

Algunos puntos que podremos considerar son los siguientes:

- Utilizar métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a vibraciones mecánicas.
- Elegir equipos de trabajo con el fin de generar el menor nivel de vibraciones posible y teniendo en cuenta el punto de vista ergonómico.
- Modificar o emplear sistemas que reduzcan los riesgos de lesión por vibraciones, por ejemplo, asientos, amortiguadores u otros que atenúen eficazmente las vibraciones transmitidas al cuerpo entero.
- Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.
- La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.
- La información y formación adecuadas a los trabajadores sobre el manejo correcto y en forma segura del equipo de trabajo, para así reducir al mínimo la exposición a vibraciones mecánicas.
- La limitación de la duración e intensidad de la exposición.
- Una ordenación adecuada del tiempo de trabajo.
- La aplicación de las medidas necesarias para proteger del frío y de la humedad a los trabajadores expuestos, incluyendo el suministro de ropa adecuada.

En ningún caso los trabajadores podrán estar expuestos a valores superiores al valor límite de exposición una vez tomada alguna o varias de estas medidas. En el caso de que aún tomando las medidas necesarias el valor límite sea superado el empresario, tomará de inmediato medidas para reducir la exposición hasta niveles inferiores a dicho valor.

También, el empresario será el encargado de determinar las causas por las que se ha superado el límite de exposición y las medidas de protección y prevención para evitar que esto vuelva a suceder.

Es importante también tener en cuenta a los trabajadores especialmente sensibles y que puedan correr un mayor riesgo de lesión ya que son más susceptibles a sufrir daños por las vibraciones.

10- CONTROL DE VIBRACIONES

10.1- ESTRATEGIA

Cuando realizamos la evaluación de riesgo por exposición a vibraciones tenemos que determinar los riesgos principales para poder estudiar los motivos principales que hacen que los trabajadores sufran lesiones o daños.

El desarrollo de una estrategia de control de los riesgos se puede basar en:

- Identificar las principales fuentes de vibración y clasificarlas en función de su contribución a la exposición.
- Determinar y evaluar posibles soluciones en términos de viabilidad y coste.
- Establecer objetivos realistas.
- Asignar prioridades y establecer un programa de acción.
- Definir las responsabilidades de gestión y asignar los recursos necesarios.
- Aplicar el programa de acción.
- Realizar un seguimiento de los resultados obtenidos.
- Evaluar el programa y mejorarlo si es necesario.

Para aplicar el programa de medidas técnicas y/o de organización es necesario incluir los medios humanos, materiales y periodos determinados, distinguiendo las fases y prioridades de su desarrollo. Una vez que tengamos estas prioridades las ordenaremos en función de su magnitud y del número de trabajadores expuestos a los mismos.

10.2- PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Según lo dispuesto en el artículo 18. 2 y en el capítulo V de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales para llevar a cabo una buena gestión del riesgo es necesario contar con el apoyo y participación de los trabajadores y sus representantes.

La empresa intercambiará información pertinente sobre las medidas de seguridad y salud con los trabajadores, ofrecer a los mismos la ocasión de expresar sus opiniones, tener en cuenta su opinión y valorarla oportunamente.

Todo este proceso hace que los trabajadores al implicarse, pongan en práctica las medidas y se impliquen de manera personal. Así se garantiza un entorno y unas condiciones seguras de trabajo que reducirán el riesgo y si es posible lo eliminarán.

10.3- CONTROL DEL RIESGO

OTROS MÉTODOS DE TRABAJO

En los procesos que den lugar a valores altos de vibración es conveniente sustituirlos, siempre que sea posible para reducir esta exposición. Ejemplo: colocando cintas transportadoras.



SELECCIÓN DEL EQUIPO

Debemos utilizar los equipos apropiados para cada tarea (tipo de neumáticos según el terreno, diseño de cabinas, posición de los mandos...) y en nuestro caso debemos de tener en consideración los valores de emisión de vibraciones del equipo que declara el fabricante o distribuidor.

A la hora de adquirir un equipo nuevo de trabajo tendremos que tener en cuenta:

- Se ajuste a las necesidades de la explotación y sea adecuado para los trabajos que va a realizar.
- Disponga de marcado CE.
- Incluya manual de instrucciones en castellano.
- Se indiquen los valores de vibración a que un trabajador puede estar sometido durante la utilización de dicha máquina. En el manual de instrucciones ha de constar el valor declarado de la emisión de vibración del equipo, en cumplimiento del Real Decreto 1435/1992.
- Disponga de un asiento adecuado al trabajo que se va a realizar, ergonómico y con regulación de la suspensión para adaptarlo a las condiciones particulares de cada trabajador.
- Ha de incluir también instrucciones para el correcto uso y mantenimiento del equipo.



**MANUAL DE
INSTRUCCIONES**

PLANIFICACIÓN DE LAS TAREAS Y LOS PROCESOS

Las tareas han de planificarse de forma que la exposición a vibraciones sea lo más baja posible. En muchas ocasiones la exposición a vibraciones cuerpo entero durante la utilización de maquinaria móvil en minería, puede reducirse:

- Reduciendo al mínimo las distancias de los desplazamientos y limitando la velocidad del vehículo.

Elisabet Celada Álvarez

- Llevando a cabo una distribución correcta de la carga de material sobre los camiones o dúmperes.
- Evitando la exposición a impactos fuertes, de choque.
- Evitando la manipulación manual de cargas pesadas.
- Mejorando el estado de las pistas, suprimiendo obstáculos, nivelando el terreno.
- Etc.



MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS Y LUGARES DE TRABAJO

Si se mantiene correctamente el estado de las pistas (quitar obstáculos, tapar baches...) y se realiza un mantenimiento periódico a los equipos de trabajo (revisión del estado de neumáticos, reparación de piezas en mal estado, lubricación del asiento y sistemas de suspensión...) se reducirá la exposición a vibraciones.



FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Los trabajadores han de recibir una formación teórica y práctica en materia de prevención del riesgo por exposición a vibraciones mecánicas en su puesto de trabajo (valores límite de exposición, resultado de evaluaciones, vigilancia de la salud...). La acción formativa ha de impartirse al menos una vez al año y por supuesto, siempre que por distintas causas sea necesario (incorporación de nuevos trabajadores, cambio del equipo o lugar de trabajo, nuevas medidas preventivas, etc.).

También se ha de informar al trabajador en lo relativo al reglaje correcto del asiento, esto es, regulación de la suspensión en función del peso (evitar una suspensión demasiado dura o demasiado blanda, efecto barco). También se les ha de facilitar la información para ajustar el asiento en cuanto a posición longitudinal, altura e inclinación del respaldo, etc. a fin de obtener una posición que evite posturas perjudiciales para la salud.



HORARIOS DE ROTACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

Teniendo en cuenta el tiempo de exposición, deberemos limitar el tiempo de exposición de algunos puestos hasta reducir el riesgo a niveles aceptables. Por eso, para los trabajos continuos deberán establecerse intervalos regulares, periodos de descanso para evitar la exposición en ese tiempo. Otra manera es la rotación de puestos entre todos los trabajadores o la reducción de jornada.

ASIENTOS CON SUSPENSIÓN

La suspensión del asiento debe ser fácilmente accesible y regulable en función del peso y la estatura del operario. El ajuste de la altura, de la posición longitudinal y del respaldo del asiento son también particularmente importantes. Los cojines del asiento deben tener un diseño ergonómico.



10.4- REEVALUACIÓN DE LAS VIBRACIONES

En la explotación minera debemos hacer un seguimiento de forma continua de la exposición de las medidas preventivas aplicadas.

El deber de asegurarse de que los sistemas de control se están llevando a cabo (participación de trabajadores, vigilancia de la salud...) es del empresario.

Es necesario actualizar la evaluación de riesgos así como las medidas preventivas adoptadas cada vez que se produzcan cambios sustanciales que afecten al nivel de exposición a vibraciones.

Este es el caso de:

- Nueva maquinaria o modificaciones en los equipos de trabajo
- Cambios en los procedimientos o métodos de trabajo
- Modificación del tiempo de exposición a vibraciones
- Introducción de nuevas medidas de control de vibraciones o la escasa eficacia de las existentes.

11- VIGILANCIA DE LA SALUD

Cuando la evaluación de riesgos por exposición a vibraciones, 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.

La vigilancia de la salud 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:

- 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.
- Haya probabilidades de contraer dicha enfermedad o padecer el efecto nocivo en las condiciones laborales concretas del trabajador.
- Existan técnicas probadas para detectar la enfermedad o el efecto nocivo para la salud.

En cualquier caso, todo trabajador expuesto a niveles de vibraciones mecánicas superiores a los valores establecidos en el R.D. 1311/2005, tendrá derecho a una vigilancia de la salud apropiada.

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:

En caso de detectarse una enfermedad o dolencia como consecuencia de una exposición a vibraciones mecánicas en el lugar de trabajo, el médico ha de comunicar este resultado al trabajador afectado.

Por su parte, el empresario deberá recibir igualmente la información obtenida a partir de la vigilancia de la salud y tomar las medidas oportunas:

- Revisar la evaluación de los riesgos por exposición a vibraciones.
- Analizar las medidas adoptadas para eliminar o reducir los riesgos.
- Adoptar cualquiera otra medida que se considere necesaria para eliminar o reducir los riesgos, de modo que la exposición a vibraciones del trabajador afectado no supere los límites de exposición establecidos.
- Llevar un seguimiento continuo de la salud del trabajador afectado y controlar el estado de otros trabajadores que sufran una exposición similar.

Se ha prestar especial atención a aquellos trabajadores en los que, debido a sus condiciones físicas particulares, pueda aumentar el riesgo por exposición a vibraciones. Este es el caso de trabajadores que sufran de: episodios repetitivos de dolor en la parte baja de la espalda, cambios degenerativos prematuros o aumento de la rigidez en la columna vertebral, desórdenes en los discos intervertebrales, gastritis crónica y/o úlceras pépticas, y en el caso de mujeres, embarazo.

12- CONCLUSIONES

Una vez realizadas las mediciones a los equipos de la mina a cielo abierto de Santa Lucía de Gordón y aplicando los valores de la normativa hemos observado que hay un 7% de los equipos (dúmper) que superan el valor límite ($1,15 \text{ m/s}^2$) permitido. Estaríamos ante la situación **INTOLERABLE**, el empresario deberá tomar las medidas adecuadas inmediatamente para que el valor no sobrepase lo permitido. También deberá disponer las medidas para cumplir con lo establecido en cuanto a información, formación, consulta y participación de los trabajadores. Vigilancia de la salud para los trabajadores y revisión de la evaluación de riesgos.

Por otra parte un 53% de los equipos medidos superan el valor que da lugar a una acción ($0,50 \text{ m/s}^2$) pero no superan el valor límite ($1,15 \text{ m/s}^2$). Estaríamos ante una situación **DE RIESGO**, el empresario deberá establecer y ejecutar el programa de medidas preventivas y llevar a cabo la vigilancia de la salud. También deberá disponer las medidas para cumplir con lo establecido en cuanto a información, formación, consulta y participación de los trabajadores y revisar la evaluación de riesgos de acuerdo con lo establecido.

Por último un 40% de los equipos medidos no superan el valor que da lugar a una acción ($0,50 \text{ m/s}^2$). Estaríamos ante una situación **ACEPTABLE** en la cual, el empresario deberá disponer las medidas para cumplir con lo establecido en cuanto a información, formación, consulta y participación de los trabajadores y revisar la evaluación de riesgos de acuerdo con lo establecido.

13- BIBLIOGRAFÍA

- RD 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.
- ISO 2631-1: 1997 Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration.
- Directivas 2002/44/CE 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).
- Vibrations Testing of Off Road Vehicle Seats. JC Gagliard. RI 9454 / 1993.USA Bureau of Mines.
- UNE EN 14253:2003 Vibraciones mecánicas. Medidas y cálculos de la exposición laboral a las vibraciones de cuerpo completo con referencia a la salud. Guía práctica.
- Salud laboral: Protocolos sanitarios específicos de vigilancia médica de los trabajadores. III, Exposiciones a ruido: exposiciones a vibraciones. Vitoria-Gasteiz: Gobierno Vasco, 1991.