

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE
RIESGOS LABORALES
TRABAJO FIN DE MÁSTER**



**EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN A
CONTAMINANTES FÍSICOS (RUIDO Y
VIBRACIONES) Y QUÍMICOS EN UN TALLER DE
REPARACIÓN DE VEHÍCULOS**

TUTOR: Temístocles Quintanilla Icardo

ALUMNA: Elena María Fernández Quijada

Curso académico 2020/2021



INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MÁSTER DEL MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. TEMÍSTOCLES QUINTANILLA ICARDO, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado “EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES FÍSICOS (RUIDO Y VIBRACIONES) Y QUÍMICOS EN UN TALLER DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS” y realizado por el estudiante D^a. ELENA MARÍA FERNÁNDEZ QUIJADA.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 16 de julio de 2021

Fdo.: D. TEMÍSTOCLES QUINTANILLA ICARDO
Tutor TFM



MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
Campus de Sant Joan - Carretera Alicante-Valencia Km. 87
03550 San Juan (Alicante) ESPAÑA Tfno: 965919525
Fax: 965919333 E-mail: meditrab@umh.es

RESUMEN: El 85% de los automóviles matriculados en nuestro país corresponden a automóviles de turismo. Todos estos vehículos precisan con regularidad revisiones, mantenimiento y reparaciones en caso de daño o accidente, para lo que deben acudir a un taller de reparación especializado en ello. Los trabajadores de este taller se encuentran expuestos a diversidad de riesgos, entre los que se encuentran riesgos físicos y químicos, los cuales pueden tener consecuencias sobre su salud. **Objetivos:** determinar de forma periódica (anual) el riesgo de exposición de los trabajadores de un taller de reparación de vehículos multimarca a los agentes físicos ruido y vibraciones y a los agentes químicos más comúnmente empleados y evaluar y determinar medidas de prevención para cada uno de estos agentes. **Métodos:** análisis de la exposición al ruido y a las vibraciones mediante el uso de instrumentos validados para ello y análisis del riesgo de exposición a la inhalación de productos químicos utilizando el método COSHH Essentials, durante una jornada laboral de 8 horas (en el caso del ruido, se miden 3 jornadas completas en días consecutivos). **Resultados:** la medición de la exposición al ruido determina un valor de $LA_{eq,d}$ que está por encima del valor límite que da lugar a una acción determinado en el RD 286/2006. El parámetro A(8) medido para evaluar el riesgo de exposición a las vibraciones del atornillador de impacto muestra un valor superior al valor que da lugar a una acción y que está determinado en el RD 1311/2005. Aplicando el modelo COSHH Essentials observamos que el riesgo potencial de inhalación por la exposición a los agentes químicos en este taller es 1 para el uso de todos los productos. **Conclusiones:** en este taller existe riesgo de exposición a los contaminantes físicos ruido y vibraciones y también existe riesgo de inhalación a contaminantes químicos de los productos más utilizados. Por ello, se deben instaurar medidas preventivas para disminuir o eliminar dichos riesgos.

PALABRAS CLAVE: riesgos físicos, riesgos químicos, ruido, vibraciones, agentes químicos, automóviles.

ABSTRACT: 85% of the cars registered in our country correspond to tourism cars. All these vehicles require regular reviews, maintenance and repairs in case of damage or accident, for which they must go to a specialized repair shop. The workers in this workshop are exposed to a variety of risks, including physical and chemical risks, which can have consequences on their health. Objectives: to periodically (biannually) determine the risk of exposure of workers in a multi-brand vehicle repair shop to physical agents, noise and vibrations and to the most commonly used chemical agents, and to evaluate and determine prevention measures for each of these agents. Methods: analysis of exposure to noise and vibrations using validated instruments for this and analysis of the risk of exposure to inhalation of chemical products using the COSHH Essentials method, during an 8-hour working day (in the case of noise), 3 full days are measured on consecutive days). Results: the measurement of the noise exposure determines a value of $LA_{eq,d}$ that is above the limit value that gives rise to an action determined in RD 286/2006. Parameter A (8) measured to assess the risk of exposure to vibrations from the impact screwdriver shows a value higher than the value that gives rise to an action and which is determined in RD 1311/2005. Applying the COSHH Essentials model, we observe that the potential risk of inhalation from exposure to chemical agents in this workshop is 1 for the use of all products. Conclusions: in this workshop there is a risk of exposure to physical pollutants, noise and vibrations, and there is also a risk of inhalation of chemical pollutants from the most used products. Therefore, preventive measures must be established to reduce or eliminate these risks.

KEYWORDS: physical hazards, chemical hazards, noise, vibrations, chemical agents, cars.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 8 |
| 1.1. Riesgos físicos | 8 |
| 1.1.1. Ruido. | 8 |
| 1.1.1.1. Teoría fundamental del sonido. | 9 |
| 1.1.1.2. Tipos de ruido..... | 11 |
| 1.1.1.3. Efectos del ruido sobre el organismo..... | 11 |
| 1.1.2. Vibraciones. | 14 |
| 1.1.2.1. Clasificación de las vibraciones. | 15 |
| 1.2. Riesgos químicos | 17 |
| 1.2.1. Vías de entrada de agentes químicos en el organismo..... | 18 |
| 1.2.2. Riesgos asociados al uso de productos químicos..... | 21 |
| 2. Justificación. | 29 |
| 3. Objetivos..... | 30 |
| 3.1. Objetivo general | 30 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 30 |
| 4. Planteamiento del problema. | 31 |
| 5. Material y métodos..... | 33 |
| 5.1. Evaluación del riesgo de exposición al ruido. | 34 |
| 5.1.1. Instrumentos utilizados. | 35 |
| 5.2. Evaluación del riesgo de exposición a vibraciones. | 37 |
| 5.2.1 Instrumentos utilizados. | 45 |
| 5.3. Evaluación y control del riesgo higiénico por agentes químicos. | 46 |
| 6. Resultados y discusión | 56 |
| 6.1. Resultado de la evaluación del riesgo de exposición al ruido. | 56 |
| 6.2. Resultado de la evaluación del riesgo de exposición a vibraciones..... | 58 |
| 6.3. Resultado de la evaluación y control del riesgo higiénico por agentes químicos. | 60 |
| 6.4 Limitaciones. | 62 |

| | |
|----------------------|----|
| 7. Conclusiones..... | 63 |
| 8. Bibliografía..... | 66 |
| 9. Anexos..... | 69 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Efecto de la exposición a vibraciones. Extraída de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas, elaborada por el INSHT y que desarrolla el RD 1311/2005..... | 17 |
| Tabla 2. Categorías tóxicos agudos..... | 21 |
| Tabla 3. Factor a multiplicar según tipo de herramienta. Extraída de la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas. | 45 |
| Tabla 4. Clasificación de la peligrosidad del agente según frases H. Extraída de la NTP 936 del INSHT. | 48 |
| Tabla 5. Cantidad de sustancia utilizada (en orden de magnitud). Extraída de la NTP 936 del INSHT. | 48 |
| Tabla 6. Determinación del nivel de riesgo potencial por exposición a agentes químicos. Extraída de la NTP 936 del INSHT | 49 |
| Tabla 7. Nivel de riesgo potencial de una mezcla o preparado cuando contiene al menos un componente etiquetado con R43 o H317 a una concentración entre 0,1 y 0,5%. Extraída de la NTP 936 del INSHT. | 50 |
| Tabla 8. Riesgo potencial de los productos químicos utilizados en el taller..... | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Partes del oído humano. Extraída de J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna. | 12 |
| Figura 2. Máquina desmontadora de neumáticos. | 42 |
| Figura 3. Máquina equilibradora de ruedas..... | 43 |
| Figura 4. Atornillador de impacto | 44 |

| | |
|---|----|
| Figura 5. Niveles de volatilidad de los líquidos..... | 48 |
| Figuras 6 y 7. Líquido refrigerante. | 51 |
| Figuras 8 y 9. Disolvente de pintura..... | 52 |
| Figura 10. Aceite lubricante. | 53 |
| Figuras 11 y 12. Líquido de frenos..... | 55 |



1.INTRODUCCIÓN

La Higiene Industrial, definida en 1959 por la American Industrial Hygiene Association, *“es la ciencia y el arte de la identificación, evaluación y control de aquellos factores o agentes ambientales, originados por el puesto de trabajo o presentes en el mismo, que pueden causar enfermedad, disminución de la salud o el bienestar, o incomodidad o ineficiencia significativos entre los trabajadores o los restantes miembros de la comunidad”*¹.

La actuación de la Higiene comienza por la determinación de los factores de riesgo presentes en el ambiente que pueden tener consecuencias patológicas a largo plazo.

En este trabajo vamos a abarcar, por un lado, el análisis de riesgos físicos como son el ruido y las vibraciones y, por otro lado, el análisis de riesgos químicos en el ambiente laboral de un taller de reparación de vehículos.

1.1. RIESGOS FÍSICOS

El término “agentes físicos” se utiliza habitualmente para describir distintas formas de energía que tienen la capacidad de causar daños en la salud y seguridad de los trabajadores.

Dentro de los agentes físicos se incluyen el ruido y las vibraciones, el ambiente térmico, las radiaciones ionizantes y las radiaciones no ionizantes, entre las que se encuentran los campos electromagnéticos y las radiaciones ópticas².

El ruido y las vibraciones, relacionados con la energía mecánica, son los riesgos físicos que vamos a analizar.

1.1.1. RUIDO.

Según la Real Academia Española (RAE), la definición de ruido es *“sonido que molesta o incomoda a los seres humanos o que les produce, o tiene el efecto de producirles, un resultado psicológico y fisiológico adverso”*³.

El ruido se suele definir como un sonido no deseado y constituye en nuestros días uno de los problemas más acuciantes del mundo desarrollado. Además, es causa de la progresiva pérdida de la capacidad auditiva que viene sufriendo el hombre y que de no tomar medidas eficaces, amenaza con la pérdida de la audición de la raza humana.

En España el ruido está regulado en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido⁴.

Un mismo sonido puede ser considerado como agradable o desagradable por diferentes personas o, incluso, por una misma persona en diferentes momentos o situaciones, en función de diversos factores.

1.1.1.1. Teoría fundamental del sonido.

Podemos definir el sonido como cualquier variación de presión, sobre la presión atmosférica, que el oído humano puede detectar.

Por otra parte, dado que tiene su origen en un movimiento vibratorio que se transmite en un medio (sólido, líquido o gaseoso), podemos definirlo como una vibración acústica capaz de producir una sensación auditiva.

Desde el punto de vista físico, se puede definir como *“un fenómeno vibratorio que a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce, se propaga en ese medio bajo la forma de variación periódica de presión”*⁵. Esta variación de la presión ambiental es lo que se denomina “presión acústica”.

Las principales propiedades que caracterizan al sonido son⁵:

A. Presión acústica (volumen o intensidad):

Es la variación de presión, en relación con la presión atmosférica, que se produce cuando una onda sonora se propaga en un medio elástico como el aire. Es un parámetro muy útil, por ser fácil de medir. Está relacionada con la amplitud de onda. Se pueden clasificar los sonidos en fuertes y débiles en función de la presión acústica.

También puede definirse como la cantidad de energía acústica por unidad de superficie⁶. Se mide en Pascal (1 Pascal = 1 N/m²).

El margen de presión acústica capaz de oír una persona joven y normal oscila entre 20 N/m² y $2 \cdot 10^{-5}$ N/m² (Umbral auditivo). Pudiendo el oído humano sufrir lesiones irreversibles cuando la presión acústica supera los 100 N/m² (Umbral doloroso).

Dado que los márgenes de presión acústica ($20 \div 2 \cdot 10^{-5}$ N/m²) no pueden ser representados en una escala lineal, se recurre a un procedimiento matemático donde se representan las medidas acústicas en una escala logarítmica, introduciendo el concepto de Nivel de Presión Acústica (NPA), que se mide en decibelios (dB). Así, se

transforma la escala inicial de 20 millones de unidades en otra de 140 unidades en la que el umbral de detección (20 N/m^2) se hace corresponder a 0 dB y la máxima presión audible ($2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$) corresponde a 140 dB (umbral del dolor), margen más cómodo, más exacto y más fácil de utilizar.

En general podemos decir que los ruidos comprendidos entre 40 y 60 dB resultan soportables, entre 65 y 80 dB son fatigosos, entre 80 y 115 dB pueden producir sordera y superiores a 120 dB resultan insoportables.

B. Frecuencia (tono):

Es el número de variaciones de presión en un segundo, o bien el número de oscilaciones completas en una unidad de tiempo (es, por tanto, la inversa de la longitud de onda). Su unidad de medida es el Herzio (Hz), que equivale a ciclos/segundo.

Así como la presión o intensidad acústica determina el volumen de un sonido, la frecuencia determina el tono: bajas frecuencias, tonos graves; altas frecuencias, tonos agudos.

El oído humano sólo es capaz de percibir sonidos cuyas frecuencias se sitúen entre 20 y 20.000 Hz, y va a ser más perceptivo a unas frecuencias que a otras.

C. Reverberación:

Este concepto resulta interesante desde el punto de vista ergonómico, pues va a influir en el grado de bienestar acústico de los trabajadores.

Cuando las ondas sonoras chocan contra un obstáculo, una parte es absorbida y otra parte se refleja, avanzando de nuevo con menor energía. Pueden volver a chocar, perdiendo más energía y avanzando de nuevo. El sonido que recibe el trabajador será la combinación entre el sonido del choque inicial y los reflejos que se siguen produciendo, aunque el foco haya dejado de emitir.

El Tiempo de Reverberación de un local (TR), para una frecuencia dada, se define como el tiempo necesario (en segundos) para que el nivel de presión acústica disminuya 60 dB una vez suprimido el foco que lo originó. Este tiempo va a depender de la geometría del local, sus materiales, etc.

Si el TR es muy prolongado, se seguirán oyendo los sonidos anteriores cuando aparezcan los nuevos, provocando distorsiones que perjudican la inteligibilidad de la palabra. Además, tiende a producirse un aumento del nivel del ruido ambiente.

Si el TR es muy corto, los sonidos suenan débiles, sobre todo si se está lejos de la fuente.

1.1.1.2. Tipos de ruido.

Atendiendo a la forma de presentación temporal, los ruidos los podemos clasificar en⁶:

- Ruido de impacto o de impulso: aquel en el que el NPA presenta picos de alta intensidad y muy corta duración⁵. El NPA decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúa en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior o igual a 0,2 segundos. (Por ejemplo, el ruido producido en el momento de corte con una prensa).
- Ruido continuo o estacionario: aquel en el que el NPA se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos, estos se producen en intervalos menores de un segundo. (Por ejemplo, ruido de un ventilador).
- Ruido estable: cuando su NPA ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo. Cuando realizada la medición con el sonómetro en SLOW, la diferencia de valores máximo y mínimo es inferior a 5 dB(A).
- Ruido variable: cuando el NPA oscila más de 5 dB(A) a lo largo del tiempo. Un ruido variable puede descomponerse en varios ruidos estables. (Por ejemplo, el ruido que se genera en talleres mecánicos).

1.1.1.3. Efectos del ruido sobre el organismo.

Como se ha mencionado anteriormente, el oído percibe las variaciones de presión en forma de sonidos cuando la frecuencia de la vibración se encuentra comprendida entre los 20 y 20.000 Hz, pero veamos brevemente cómo funciona el oído ante estos estímulos:

- a) El *oído externo* está formado por el pabellón auditivo y el conducto auditivo externo. Termina en el tímpano. Tiene como misión fundamental el servir de conducción del sonido, transformando la onda que produce una presión en movimiento (vibración) de la membrana del tímpano.

- b) El *oído medio* se encuentra entre el tímpano y la membrana oval y está formado por una cadena de huesecillos móviles (martillo, yunque y estribo), que conducen la vibración hasta la ventana oval, actuando como una sucesión de palancas constituyendo un amplificador.
- c) El *oído interno*, donde se encuentra el caracol (o cóclea), que tiene en su interior el líquido linfático, es el que transmite finalmente las variaciones de presión al órgano de Corti, constituido por un conjunto de células nerviosas (unas 25.000) de distintas longitudes y según las zonas, que recogen los distintos tonos.

El análisis de la “intensidad” se realiza a través de las células nerviosas y finalmente en el cerebro, al que llega mediante el nervio acústico.

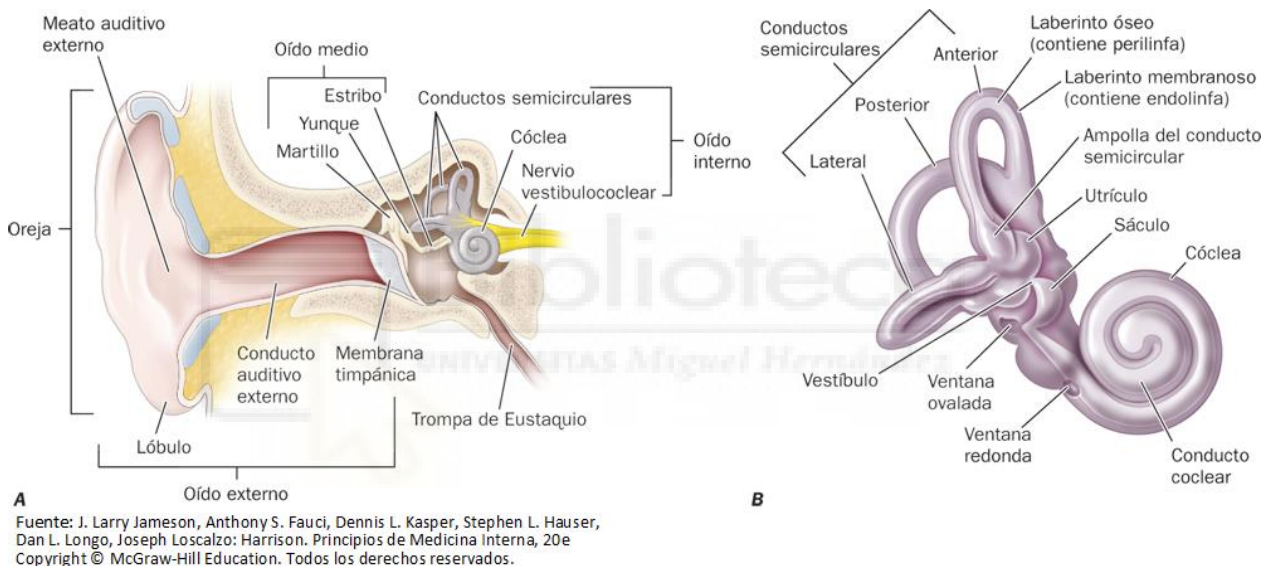


Figura 1. Partes del oído humano. Extraída de J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna.

El proceso de percepción de un estímulo sonoro se produce de manera que el oído interno transforma la señal física (mecánica) en una señal nerviosa. Esa señal se transmite por el nervio auditivo al cerebro, donde se integra y se interpreta.

En el oído interno existen conexiones nerviosas no sólo al nervio auditivo, sino también a otras conexiones indirectas a otros sistemas como el Límbico, Neuroendocrino y Sistema Nervioso Autónomo. Debido a estas conexiones de las vías acústicas con otros sistemas, se producen efectos extra-auditivos del ruido en el cuerpo.

El entorno de trabajo de un taller de reparación de vehículos es un entorno ruidoso por definición: se trata de un espacio cerrado cuyas condiciones acústicas repercuten de forma negativa en la reflexión de los sonidos que se producen al trabajar: golpes, uso de herramientas, circulación de vehículos, etc.

Es por ello que el ruido es uno de los principales problemas a combatir en el taller.

Desde el punto de vista ergonómico, el ruido provoca efectos auditivos y efectos extra-auditivos⁵.

Dentro de los *efectos auditivos del ruido*, el más conocido y preocupante es la pérdida de la capacidad auditiva (hipoacusia). Este efecto depende fundamentalmente del nivel de presión acústica y del tiempo de exposición.

La hipoacusia producida por la exposición al ruido puede ser de dos tipos:

- Hipoacusia de conducción: se puede deber a la rotura del tímpano o a una dislocación de los huesos del oído medio. Se origina por una onda sonora de elevada energía (por ejemplo, una explosión).
- Hipoacusia de percepción o neurológica: la exposición prolongada al ruido puede producir una pérdida auditiva por lesión neural en las células del órgano de Corti, originándose un daño que se puede convertir en un proceso irreversible y permanente.

Pero el ruido no sólo afecta al oído, puede producir daño en otros órganos, dando lugar a una serie de *efectos extra-auditivos*. La acción de un ruido intenso sobre el organismo se manifiesta de varias formas, bien por acción refleja o por repercusión sobre el psiquismo del individuo⁶.

En el orden fisiológico, entre las consecuencias de los ruidos intensos, podemos señalar:

- Acción sobre el aparato circulatorio: ocasionando aumento de la presión arterial, aumento del ritmo cardiaco y vasoconstricción periférica.
- Acción sobre el metabolismo, acelerándolo.
- Acción sobre el aparato muscular, aumentando la tensión y contracción muscular.
- Acción sobre el aparato digestivo, produciendo inhibición de dichos órganos.
- Acción sobre el aparato respiratorio, modificando el ritmo respiratorio.
- Posibles alteraciones del ciclo menstrual en mujeres; impotencia.

Estas acciones son pasajeras y se producen inconscientemente, espontáneamente y son independientes de la sensación de desagrado o malestar.

En el orden psicológico el ruido es generalmente causa de molestia y discomfort, dependiendo de factores objetivos o subjetivos.

- El ruido puede ocasionar ansiedad y estrés y también problemas de sueño.
- El desagrado es más fuerte cuando los ruidos son intensos y de alta frecuencia.
- Los ruidos discontinuos e inesperados molestan más que los ruidos continuos o habituales.
- El tipo de actividad desarrollada por el individuo ejerce una influencia en el desagrado que éste experimenta.

En el desempeño diario de la actividad laboral en un taller, un excesivo nivel de ruido se traducirá en:

- Dificultades de comunicación.
- Poca concentración.
- Incomodidad.
- Fatiga.
- Irritabilidad.
- Bajo rendimiento.
- Y, finalmente, accidentes.

1.1.2. VIBRACIONES.

Se entiende por vibraciones cualquier movimiento oscilante que efectúa una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular o aleatorio en dirección, frecuencia y/o intensidad. Son más habituales aquellas vibraciones aleatorias⁷.

El número de veces por segundo que se realiza el ciclo completo se llama frecuencia y se mide en hercios (Hz).

En España, la exposición a vibraciones se regula en 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 mecánicas⁸.

Desde el punto de vista higiénico, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el término vibración comprende todo movimiento transmitido al cuerpo humano

por estructuras sólidas capaz de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia⁶.

El fenómeno se caracteriza por la amplitud del desplazamiento de las partículas, su velocidad y su aceleración.

Muy frecuentemente, en los procesos industriales, se asocia la exposición a las vibraciones con la exposición al ruido, ya que, por lo general, ambos se originan en la misma operación y se trata de desplazamientos oscilatorios, dentro del campo de las frecuencias infrasonoras y parcialmente sonoras. Sin embargo, los efectos que se producen a raíz de una exposición al ruido y a las vibraciones son completamente diferentes en su naturaleza.

Las causas comunes de la vibración son debidas a partes de máquinas desequilibradas en movimiento, flujos turbulentos de fluidos, golpes de objetos, impulsos, choques, etc. Se presenta en la mayoría de las máquinas y herramientas utilizadas por los trabajadores.

En general, la vibración es un fenómeno físico no deseable, aunque en ocasiones se produce para hacer funcionar un dispositivo (martillos mecánicos, cintas transportadoras vibratorias, tamices vibradores, etc.) y en tales casos el ruido resultante es inevitable, debiendo procederse a su aislamiento.

1.1.2.1. Clasificación de las vibraciones.

Dentro de las posibles clasificaciones de las vibraciones, interesa sobre todo, la basada en el modo de transmisión de las mismas al cuerpo humano. En este sentido, se clasifican en dos⁷:

- Vibraciones de cuerpo entero (VCE): son aquellas vibraciones que se producen cuando gran parte del peso del cuerpo humano descansa sobre una superficie vibrante. Se transmiten al cuerpo entero desde la plataforma, suelo o asiento vibratorio a través de los pies o de la pelvis, es decir, de pie o sentado.
- Vibraciones mano-brazo (VMB): se transmiten por las manos del trabajador a través, generalmente, del agarre de herramientas mecánicas. Suelen afectar al sistema mano-brazo.

1.1.2.2. Efectos de las vibraciones sobre el organismo.

Tanto las vibraciones mano-brazo como las del cuerpo entero son agentes físicos ampliamente extendidos en el ámbito laboral. Puede ser origen de daños directos a la

salud de los trabajadores, pero también son causantes de efectos psicofisiológicos, subjetivos y de comportamiento.

Para estudiar el efecto de las vibraciones sobre el hombre, es necesario clasificar el tipo de exposición a las vibraciones en dos categorías, según los medios por los que el trabajador se pone contacto con el medio vibrante⁶.

La primera categoría se denomina “*vibración de cuerpo total*” y es el resultado de someter la masa total del cuerpo a una vibración mecánica. Este tipo de vibración puede producir efectos agudos y efectos a largo plazo⁷.

- Efectos agudos: trastornos respiratorios (hiperventilación), trastornos musculoesqueléticos (movimientos musculares pasivos e involuntarios), trastornos sensoriales y del Sistema Nervioso Central (mareo inducido por el movimiento) y otros efectos (aumento de la frecuencia cardíaca, de la presión arterial y del consumo de oxígeno).
- Efectos a largo plazo: efectos sobre el sistema musculoesquelético (cambios degenerativos en la columna vertebral, trastornos en la región torácica, artrosis, etc.), efectos sobre el sistema nervioso (cefaleas, irritabilidad, etc.), efectos sobre el sistema coclear-vestibular (vértigo), efectos sobre el sistema circulatorio (varices en extremidades inferiores, hemorroides, varicocele, alteraciones isquémicas, etc.), efectos sobre el sistema digestivo (úlceras gástricas y de duodeno, gastritis, apendicitis, colitis, etc.) y efectos sobre los órganos reproductores femeninos, la gestación y el aparato genitourinario masculino (mayor riesgo de alteraciones menstruales y amenazas de aborto en mujeres y mayor incidencia de prostatitis en hombres).

La segunda categoría se denomina “*vibración segmental*” y se define como aquella a la que sólo está expuesta una parte del cuerpo. Esta clasificación de las vibraciones no implica necesariamente que aquellas partes del cuerpo que no estén en contacto directo con la superficie vibrante no resulten afectadas. La más característica es la *vibración mano-brazo*.

Los trastornos que puede producir la vibración mano-brazo son⁷:

- Trastornos vasculares: fenómeno de Raynaud.
- Trastornos neurológicos: sensación de hormigueo y entumecimiento en los dedos y la mano. Además, se puede incrementar el riesgo de aparición del síndrome del túnel carpiano.
- Trastornos osteoarticulares: artrosis de muñeca y codo, por ejemplo.

- Trastornos musculares: debilidad muscular y dolores en mano y brazos, tendinitis y tenosinovitis.

A continuación se indica en la siguiente tabla los efectos físicos sobre la salud derivados de la exposición a las vibraciones, extraído de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas, elaborada por el INSHT⁹ y que desarrolla el RD 1311/2005.

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

Tabla 1. Efecto de la exposición a vibraciones. Extraída de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas, elaborada por el INSHT y que desarrolla el RD 1311/2005.

Se han descrito los efectos psicofisiológicos que las vibraciones tienen sobre el cuerpo humano, pero éstas también pueden provocar efectos subjetivos⁸, como se indicaba al inicio de este apartado.

La exposición a vibraciones, incluso por debajo de los límites legales, puede producir en los trabajadores sensación de malestar o incomodidad. Esta sensación dependerá de distintas variables, entre las que se encuentran las características personales, la tarea que se realiza y la propia vibración.

1.2. RIESGOS QUÍMICOS

Un agente químico es todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

El riesgo químico es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos. Esta exposición viene determinada por el contacto de éste con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía inhalatoria o por vía dérmica. Para calificar un riesgo químico desde el punto de vista de su gravedad, se deben valorar conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.

La gravedad del riesgo depende, no sólo de la naturaleza del agente químico en cuestión, sino también de las condiciones individuales del trabajador expuesto y de las características de la exposición, la cual está determinada por factores propios del puesto de trabajo (tiempo de exposición, generación del agente químico, ventilación, etc.) y de las condiciones ambientales que puedan favorecer la absorción del tóxico, como la temperatura ambiente o el esfuerzo físico que requiere el trabajo¹⁰.

En España la exposición a los agentes químicos está regulada en el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo¹¹.

1.2.1. VÍAS DE ENTRADA DE LOS AGENTES QUÍMICOS EN EL ORGANISMO.

Las principales vías de entrada de los agentes químicos en el organismo son la vía inhalatoria, la vía dérmica, la vía digestiva y la vía parenteral¹⁰.

A. Vía inhalatoria.

Es la vía de entrada más importante para la mayoría de los agentes químicos. La magnitud y las consecuencias de la entrada de agentes químicos por esta vía están sujetas a una serie de factores, como son:

- Cantidad de la sustancia presente en el aire: a mayor cantidad de sustancia presente en el aire, más cantidad penetrará en el organismo.
- Forma física de la sustancia: gas o vapor, aerosol (sólido o líquido), fibras.
- Solubilidad: las sustancias son liposolubles (sustancias solubles en grasas y aceites, pero no en agua) o hidrosolubles (sustancias solubles en agua, pero no en grasas y aceites). Las liposolubles avanzan por el sistema respiratorio sin ser absorbidas de manera importante hasta que llegan al alvéolo. Las hidrosolubles empiezan a ser absorbidas a través de la mucosa del sistema respiratorio desde el mismo momento en que penetran en él.
- Ventilación pulmonar (o ritmo respiratorio): a mayor cantidad de aire inspirado, mayor cantidad de sustancia penetrará en el organismo.

- Difusión a través de la ventana alvéolo-capilar: en el caso de gases y vapores, a mayor facilidad de paso, más rápidamente aumenta la concentración en la sangre.

B. Vía dérmica.

Es la segunda vía de entrada más importante de agentes químicos en el organismo.

Los agentes pueden producir dos tipos de daños:

- Daño local o tóxico: afectación de la piel por contacto con el agente (sustancias corrosivas, ácidos fuertes, sustancia fuertemente irritantes,...).
- Daño sistémico, es decir, efectos tóxicos en tejidos alejados de la vía de absorción.

Pueden entrar al organismo directamente, atravesando las células que la componen (transcelular o intracelular), a través del espacio intercelular (espacio existente entre las células) o a través de los anexos (poros y pelos).

Los principales factores a tener en cuenta para determinar la magnitud y las consecuencias de la entrada de agentes químicos por esta vía son:

- Concentración del agente químico, tipo de vehículo (medio) en el que se encuentra y la presencia de otros agentes químicos.
- Forma física de la sustancia.
- Solubilidad.
- Tamaño de la partícula.
- Estado de la piel.
- Área expuesta.
- Tipo de contacto y protección de la piel: puede ser un contacto directo (cuando existe un contacto voluntario con el producto químico por manipularse directamente sin protección o en caso de accidente por salpicaduras o vertidos) o un contacto indirecto (cuando el contacto se produce por medio de herramientas, utensilios, superficies o ropa contaminada).

C. Vía digestiva.

Es una vía de entrada menos frecuente que las anteriores. Se pueden ingerir agentes químicos mediante deglución accidental, consumo de alimentos y bebidas contaminadas o deglución de partículas procedentes del tracto respiratorio. La velocidad de absorción del agente depende de diferentes factores:

- Propiedades físico-químicas del agente químico: en el caso de las partículas, a menor tamaño, mayor solubilidad.
- Cantidad de alimentos presente en el tracto gastrointestinal: a más cantidad de alimento, mayor dilución del agente químico.
- Tiempo de permanencia en cada parte del tracto gastrointestinal.
- Superficie de absorción y capacidad de absorción del epitelio.
- pH local: en el pH ácido del estómago se absorben con más rapidez determinadas sustancias.
- Peristaltismo y flujo sanguíneo local.
- Secreciones gástricas e intestinales, que transforman los tóxicos en productos más o menos solubles.

D. Vía parenteral.

A través de esta vía el agente químico entra en contacto directamente con el torrente sanguíneo. La penetración se produce a través de una lesión traumática. Los casos más frecuentes suelen ser a través de heridas abiertas, por inyección o por punción.

En los talleres de reparación de vehículos existe, principalmente, exposición a contaminantes químicos por:

Inhalación o ingestión de sustancias nocivas:

Tanto por el uso de productos químicos que producen evaporación de gases, como por los gases producidos por la combustión de los motores que se reparan, o por el tratamiento de superficies de metal cuando se decapan, lijan y pintan, se produce la exposición de los trabajadores a la inhalación de contaminantes que, de no protegerse, les producirán daños en las vías respiratorias y los pulmones.

La ingestión accidental de estos productos, en estado líquido, se da en la mayoría de casos por el trasvase de productos entre recipientes no adecuados y no etiquetados. Se pueden confundir productos químicos incoloros como inocuos (confundirlos con agua potable, por ejemplo).

Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas:

En los talleres se da uso a un gran número de productos químicos. Y si bien la tendencia en el mercado es la desaparición de muchos de los productos que se han utilizado hasta ahora, por su peligrosidad, por productos con un uso equivalente por ser más respetuosos con el medio ambiente y con la seguridad y la salud de los trabajadores, lo cierto es que aún siguen existiendo determinadas sustancias

peligrosas para la salud, tanto por inhalación de los vapores que generan, como por contacto con la piel, al ser cáusticas o corrosivas.

Los contactos accidentales con estos productos se producen, en primer lugar, por el desconocimiento de que los mismos comportan estos riesgos en su manipulación. Por lo tanto, lo primero que se debe hacer es tener un conocimiento claro de lo que se está usando y a los riesgos que se enfrenta el trabajador. Es necesario intentar evitar usar productos que tengan estas características si ya existe un equivalente en el mercado que no comporte estos riesgos.

1.2.2. RIESGOS ASOCIADOS AL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

A continuación se indican los peligros para la salud de los agentes químicos, según lo establecido en el Reglamento (CE) Nº 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP) ¹².

A. Tóxicos agudos:

La toxicidad aguda se refiere a los efectos adversos que se manifiestan tras la administración por vía oral o cutánea de una sola dosis de una sustancia o mezcla, de dosis múltiples administradas a lo largo de 24 horas, o como consecuencia de una exposición por inhalación durante 4 horas.

Existen cuatro categorías de toxicidad basadas en la toxicidad aguda por vía oral, cutánea o por inhalación. La categoría 1 es la más peligrosa y la categoría 4 es la menos peligrosa.

Estas sustancias se identifican a través de las siguientes indicaciones de peligro:

| | Categoría 1 | Categoría 2 | Categoría 3 | Categoría 4 |
|-----------------|---|-------------|---|---|
| Vía oral | H300 – Mortal en caso de ingestión | | H301 – Tóxico en caso de ingestión | H302 – Nocivo en caso de ingestión |
| Vía dérmica | H310 – Mortal en caso de contacto con la piel | | H311 – Tóxico en caso de contacto con la piel | H312 – Nocivo en caso de contacto con la piel |
| Vía inhalatoria | H330 – Mortal en caso de inhalación | | H331 – Tóxico en caso de inhalación | H332 – Nocivo en caso de inhalación |

Tabla 2. Categorías tóxicos agudos.

B. Corrosivos:

Una sustancia corrosiva es una sustancia que produce la destrucción del tejido cutáneo, esto es, una necrosis visible que atraviese la epidermis y alcance la dermis, en al menos un animal sometido a una exposición de hasta 4 horas. Las reacciones corrosivas se caracterizan por úlceras, sangrado, escaras sangrantes y, tras un período de observación de 14 días, por decoloración debida al blanqueo de la piel, zonas completas de alopecia y cicatrices.

Existen 3 subcategorías:

- Subcategoría 1A: cuando las respuestas corresponden a una exposición de 3 minutos y un periodo de observación de hasta 1 hora, como máximo.
- Subcategoría 1B: cuando las respuestas corresponden a una exposición de entre 3 minutos y 1 hora y un periodo de observación de hasta 14 días.
- Subcategoría 1C: cuando las respuestas corresponden a exposiciones de entre 1 y 4 horas y un periodo de observación de hasta 14 días.

Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

C. Irritantes:

Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H315: Provoca irritación cutánea.

D. Corrosivos oculares:

Son sustancias que producen una lesión ocular grave, es decir, un daño en los tejidos del ojo o un deterioro físico importante de la visión, como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo en la superficie anterior del ojo, no completamente reversible en los 21 días siguientes a la aplicación.

Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H318: Provoca lesiones oculares graves.

E. Irritantes oculares:

Son sustancias que producen alteraciones oculares como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo en la superficie anterior del ojo, totalmente reversible en los 21 días siguientes a la aplicación.

Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H319: Provoca irritación ocular grave.

F. Sensibilizantes respiratorios:

Son sustancias cuya inhalación induce hipersensibilidad de las vías respiratorias. La sensibilización comprende dos fases:

- Primera fase: inducción de una memoria inmunitaria específica en un individuo por exposición a un alérgeno.
- Segunda fase: desencadenamiento, es decir, la producción de una respuesta, celular o mediada por anticuerpos, tras la exposición del individuo sensibilizado a un alérgeno.

Por lo general, para la sensibilización se necesitan niveles más bajos para el desencadenamiento que para la inducción.

Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H334: Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.

G. Sensibilizantes cutáneos:

Son sustancias que inducen una respuesta alérgica por contacto con la piel. La sensibilización comprende dos fases:

- Primera fase: inducción de una memoria inmunitaria específica en un individuo por exposición a un alérgeno.
- Segunda fase: desencadenamiento, es decir, la producción de una respuesta, celular o mediada por anticuerpos, tras la exposición del individuo sensibilizado a un alérgeno.

Por lo general, para la sensibilización se necesitan niveles más bajos para el desencadenamiento que para la inducción.

Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H317: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

H. Cancerígenos (o carcinógenos):

Son sustancias o mezclas de sustancias que inducen cáncer o aumenta su incidencia. Las sustancias que han inducido tumores benignos y malignos en animales de experimentación, en estudios bien hechos, son consideradas también supuestamente

carcinógenos o sospechosos de serlo, a menos que existan pruebas convincentes de que el mecanismo de formación de tumores no sea relevante para el hombre.

Según lo recogido en el Reglamento (CE) N° 1272/2008¹², las categorías de peligro para los carcinógenos se clasifican en:

- Categoría 1: carcinógenos o supuestos carcinógenos para el hombre. Una sustancia se clasifica en la categoría 1 de carcinogenicidad sobre la base de datos epidemiológicos o datos procedentes de estudios con animales. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H350: Puede provocar cáncer.
 - o Categoría 1A: una sustancia puede además incluirse en la categoría 1A si se sabe que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en humanos.
 - o Categoría 1B: una sustancia puede incluirse en la categoría 1B si se supone que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en animales.
- Categoría 2: sospechoso de ser carcinógeno para el hombre. La clasificación de una sustancia en la categoría 2 se hace a partir de pruebas procedentes de estudios en humanos o con animales, no lo suficientemente convincentes como para clasificarla en las categorías 1A o 1B. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H351: Susceptible de provocar cáncer.

I. Mutágenos:

Una mutación es un cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula.

- Los términos mutagénico y mutágeno designan a aquellos agentes que aumentan la frecuencia de mutación en las poblaciones celulares, en los organismos, o en ambos.
- Los términos más generales genotóxico y genotoxicidad se refieren a los agentes o procesos que alteran la estructura, el contenido de la información o la segregación del ADN, incluidos aquéllos que originan daño en el ADN, bien por interferir en los procesos normales de replicación, o por alterar esta de forma no fisiológica (temporal). Los resultados de los ensayos de genotoxicidad se suelen tomar como indicadores de efectos mutagénicos.

Existen las siguientes categorías:

- Categoría 1: Sustancias de las que se sabe o se considera que inducen mutaciones hereditarias en las células germinales humanas. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H340: Puede provocar defectos genéticos.
 - Categoría 1A: La clasificación en la categoría 1A se basa en pruebas positivas en humanos obtenidas a partir de estudios epidemiológicos. Sustancias de las que se considera que inducen mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.
 - Categoría 1B: La clasificación en la categoría 1B se basa en:
 - Resultados positivos de ensayos de mutagenicidad hereditaria en células germinales de mamífero *in vivo*; o
 - Resultados positivos de ensayos de mutagenicidad en células somáticas de mamífero *in vivo*, junto con alguna prueba que haga suponer que la sustancia puede causar mutaciones en células germinales. Esta información complementaria puede proceder de ensayos de mutagenicidad/genotoxicidad en células germinales de mamífero *in vivo*, o de la demostración de que la sustancia o sus metabolitos son capaces de interactuar con el material genético de las células germinales; o
 - Resultados positivos de ensayos que muestran efectos mutagénicos en células germinales de personas, sin que esté demostrada la transmisión a los descendientes; por ejemplo, un incremento de la frecuencia de aneuploidía en los espermatozoides de los varones expuestos.
- Categoría 2: Sustancias que son motivo de preocupación porque pueden inducir mutaciones hereditarias en las células germinales humanas. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H341: Se sospecha que provoca defectos genéticos.

J. Tóxicos para la reproducción:

La toxicidad para la reproducción incluye tres tipos de efectos:

- Los efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad de hombres y mujeres adultos. Son los efectos producidos por sustancias que interfieren en la función sexual y la fertilidad. Incluyen, fundamentalmente, las alteraciones del aparato reproductor masculino y femenino, los efectos adversos sobre el comienzo de la pubertad, la producción y el transporte de los gametos, el

desarrollo normal del ciclo reproductor, el comportamiento sexual, la fertilidad, el parto, los resultados de la gestación, la senescencia reproductora prematura o las modificaciones de otras funciones que dependen de la integridad del aparato reproductor.

- Los efectos adversos sobre el desarrollo de los descendientes. Incluye cualquier efecto que interfiera en el desarrollo normal del organismo, antes o después del nacimiento, y que sea una consecuencia de la exposición de los padres antes de la concepción o de la exposición de los descendientes durante su desarrollo prenatal o postnatal hasta el momento de la madurez sexual. Por lo tanto, a efectos de clasificación, la toxicidad para el desarrollo se refiere, fundamentalmente, a aquellos efectos adversos inducidos durante el embarazo o que resultan de la exposición de los padres, por lo que está orientada a llamar la atención de las mujeres embarazadas y de los hombres y mujeres en edad reproductora. Estos efectos pueden manifestarse en cualquier momento de la vida del organismo. Los principales signos de la toxicidad para el desarrollo son: la muerte del organismo en desarrollo, las anomalías estructurales, la alteración del crecimiento y las deficiencias funcionales.
- Los efectos sobre la lactancia. No existe información sobre los efectos adversos que, a través de la lactancia, muchas sustancias pueden originar en los descendientes. No obstante, las sustancias que son absorbidas por las mujeres y cuya interferencia en la lactancia ha sido mostrada o aquellas que pueden estar presentes (incluidos sus metabolitos) en la leche materna, en cantidades suficientes para amenazar la salud de los lactantes, se incluyen dentro de esta categoría de peligro. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H362: Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

Existen 2 categorías para los dos primeros efectos descritos:

- Categoría 1: Sustancias de las que se sabe o se supone que son tóxicas para la reproducción humana. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H360: Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.
- Categoría 2: Sustancias de las que se sospecha que son tóxicas para la reproducción humana. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H361: Susceptible de perjudicar la fertilidad o dañar al feto.

K. Tóxicos específicos en determinados órganos (STOT) por exposición única:

Se entiende por toxicidad específica en determinados órganos (por exposición única) a la toxicidad no letal que se produce en determinados órganos tras una única exposición a una sustancia o mezcla. Se incluyen todos los efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, tanto reversibles como irreversibles, inmediatas y/o retardadas. Puede producirse por cualquier vía, principalmente por vía oral, vía cutánea o vía inhalatoria.

Existen tres categorías:

- Categoría 1: Son sustancias que provocan daños en determinados órganos. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H370: Provoca daños en los órganos.
- Categoría 2: Son sustancias que pueden provocar daños en determinados órganos. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H371: Puede provocar daños en los órganos.
- Categoría 3: Son sustancias que pueden irritar las vías respiratorias (en cuyo caso se identifican por la frase H335: Puede irritar las vías respiratorias) o sustancias que pueden provocar somnolencia o vértigo (en cuyo caso se identifican por la frase H336: Puede provocar somnolencia o vértigo).

L. Tóxicos específicos en determinados órganos (STOT) por exposiciones repetidas:

Se entiende por toxicidad específica en determinados órganos (por exposiciones repetidas), la toxicidad específica que se produce en determinados órganos tras una exposición repetida a una sustancia o mezcla. Se incluyen los efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, tanto reversibles como irreversibles, inmediatas y/o retardadas. Puede producirse por cualquier vía, principalmente por vía oral, vía cutánea o vía inhalatoria.

Existen dos categorías:

- Categoría 1: Son sustancias que provocan daños en determinados órganos tras exposiciones prolongadas. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H372: Perjudica a determinados órganos por exposición prolongada o repetida.
- Categoría 2: Son sustancias que pueden provocar daños en determinados órganos tras exposiciones prolongadas. Estas sustancias se identifican a

través de la indicación de peligro H373: Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida.

M. Peligrosos por aspiración:

Por “aspiración” se entiende la entrada de una sustancia o de una mezcla, líquida o sólida, directamente por la boca o la nariz, o indirectamente por regurgitación, en la tráquea o en las vías respiratorias inferiores. Puede entrañar graves efectos agudos tales como neumonía química, lesiones pulmonares más o menos importantes e incluso la muerte por aspiración. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

N. Alteradores endocrinos:

Son sustancias exógenas o mezclas de ellas que alteran la función del sistema endocrino y en consecuencia ocasionan efectos adversos para la salud en un organismo intacto, o su progenie, o (sub) poblaciones. Son sustancias respecto de las cuales existen pruebas científicas de que tienen posibles efectos graves para la salud humana o el medio ambiente, y que suscitan un grado de preocupación equivalente al que suscitan las sustancias carcinógenas de categorías 1A o 1B o las sustancias muy persistentes y muy bioacumulables. El efecto adverso causado puede variar dependiendo del momento de la exposición, así como del equilibrio hormonal de la persona expuesta, que depende de la edad y sexo entre otros factores.

2. JUSTIFICACIÓN.

A finales de 2019, según datos de la DGT recogidos en el Informe Anual 2019 de la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC)¹³, eran 29.463.309 los automóviles matriculados que, en teoría, podían circular en nuestro país, siendo el 85% automóviles de turismo.

Ese mismo documento destacaba que la edad media del parque automovilístico se ha ido elevando con el paso de los años respecto a años anteriores, estando a finales de 2019 en una media de 12.65 años.

Todos los vehículos precisan revisiones, mantenimiento (cambio de aceite, cambio de filtros, cambio de ruedas, etc.), reparaciones en caso de rotura o accidente, sustitución de toda clase de piezas y repuestos y otras operaciones como reparar y pintar carrocerías. Todas estas operaciones de trabajo deben realizarse en un taller de reparación de vehículos, ya sea en centros especializados de concesionarios o en pequeños talleres multimarca.

Del gran número de vehículos existente en el parque automovilístico en la actualidad, y, por ende, del mantenimiento que éstos necesitan, puede deducirse que el número de talleres de reparación de estos también es elevado, así como también lo será el número de trabajadores dedicados a esta profesión. De hecho, según los datos ofrecidos por Infocap en la revista Ruta del Taller 2020, España contaba a finales de 2019 con un total de 44.675 talleres de reparación de vehículos.

Desde el punto de vista de Prevención de Riesgos Laborales, teniendo en cuenta a los trabajadores de un taller de reparación de vehículos (sobre todo a mecánicos y chapistas) hay que tener en cuenta que son numerosos los riesgos que se pueden encontrar en el desempeño de esta profesión en todas sus especialidades, tanto en el espacio de trabajo, el taller, como los relativos a la acción de reparar, en cualquiera de sus fases y aspectos.

Por este motivo, considero oportuno y conveniente que se realice una evaluación de riesgos periódica en cada centro de trabajo de este tipo, sobre todo de aquellos riesgos que puedan ser más frecuentes. En este proyecto abordaremos los riesgos físicos (ruido y vibraciones) y los principales riesgos químicos que encontramos en este tipo de trabajo.

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar de forma periódica (anual) el riesgo de exposición de los trabajadores de un taller de reparación de vehículos multimarca a los agentes físicos ruido y vibraciones y a los agentes químicos más comúnmente empleados.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar y determinar medidas de prevención de exposición al ruido.
- Evaluar y determinar medidas de prevención de exposición a vibraciones.
- Evaluar y determinar medidas de prevención de exposición a agentes químicos.



4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Según datos de la Dirección General de Tráfico (DGT) recogidos en el Informe Anual 2019 de la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC) (último informe emitido hasta la fecha de redacción de este trabajo), el número de automóviles matriculados y que, en teoría, podían circular en nuestro país era a finales de 2019 de 29.463.309 unidades, siendo el 85% de éstos automóviles de turismo. El número de turismos se situó a cierre de 2019 en 532 unidades por cada 1.000 habitantes, lo que supuso un aumento del 12.5% si se comparaba con las cifras de 2010.

El documento de ANFAC¹³ también destacaba, pero en este caso de forma negativa, que la edad media del parque automovilístico nacional se elevó respecto a años anteriores, con una media de 12,65 años. Esto lo justifican por el aumento de la venta de vehículos de más de 10 años, mientras que las matriculaciones de vehículos nuevos bajaban.

Todos estos vehículos precisan revisiones, mantenimiento, así como reparaciones en caso de rotura o accidente, para lo que deben acudir a un taller de reparación de vehículos especializado en ello.

La actividad de reparación de vehículos automóviles fue objeto de regulación por el Decreto 809/1972, de 6 de abril, el cual fue derogado por el Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regulan la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles de sus equipos y componentes¹⁴, el cual sigue vigente en la actualidad.

Según los datos ofrecidos por Infocap en la revista Ruta del Taller 2020, España contaba a finales de 2019 con un total de 44.675 talleres de reparación de vehículos. Tanto en los centros especializados de concesionarios como en los pequeños talleres multimarca, se realizan diferentes operaciones de trabajo, que van desde arreglar y sustituir toda clase de piezas y repuestos, reconstruir componentes, reparar y pintar carrocerías, a reparar piezas de vehículos.

Son numerosos los riesgos que se pueden encontrar en el desempeño de la profesión de mecánico de reparación de vehículos en todas sus especialidades, tanto en el espacio de trabajo, el taller, como los relativos a la acción de reparar, en cualquiera de sus fases y aspectos.

En este proyecto abordaremos los riesgos físicos (ruido y vibraciones) y los principales riesgos químicos que encontramos en este tipo de trabajo.



5. MATERIAL Y MÉTODOS.

Con este proyecto se pretende evaluar el riesgo de exposición de los trabajadores de un taller de reparación de vehículos multimarca a los agentes físicos ruido y vibraciones y a los agentes químicos más comúnmente empleados.

El lugar de trabajo es un taller de reparación de vehículos multimarca ubicado en Abarán (Murcia). En él trabajan tres mecánicos y un recepcionista. La jornada laboral tiene una duración de 8 horas, dividida entre mañana y tarde, siendo el horario de mañana de 9:00 a 13:30 horas y el de tarde de 16:00 a 20:00 horas, con un descanso de 30 minutos.

Se trata de una nave industrial de 1105 m², con dos puertas de acceso de apertura automática, una en cada extremo de la nave. Techos a 5 metros de altura respecto al suelo, con focos de iluminación led, paredes con pintura blanca y suelo de hormigón proyectado.

En esta nave el área de trabajo de los mecánicos se encuentra separada por una puerta industrial del área de atención de clientes.

El área de trabajo consta de 900 m². En ella se encuentran seis elevadores de coches. Tres de ellos de dos columnas y uno de tijera, están ubicados de forma paralela en el lado derecho de la nave y los otros 2, de 4 columnas, están dispuestos de la misma forma en el lado izquierdo. Cada elevador dispone de una salida de aire comprimido y de un cuadro eléctrico de diferentes voltajes. En los espacios entre los elevadores se disponen en sus correspondientes cajas las herramientas de trabajo para cada trabajador (tornillos, destornilladores, martillos, etc.).

En el lado derecho de la nave, a continuación de los elevadores antes descritos, se encuentra instalada de forma fija la máquina desmontadora y la máquina equilibradora de neumáticos.

Al fondo a la izquierda hay una habitación donde están guardados los diferentes productos que son necesarios para la reparación o mantenimiento de los vehículos, entre ellos: filtros de partículas, filtros de aceite, filtros de aire acondicionado, pastillas de freno, baterías eléctricas, bombillas, etc., además de productos químicos como aceite hidráulico, aceite lubricante, disolventes, líquidos de freno, refrigerantes, etc.

En el resto de superficie de la nave queda espacio suficiente para la entrada y salida de los vehículos, y para su disposición en cada elevador.

El área de recepción y atención a clientes se encuentra junto a la puerta principal de la nave y tiene una superficie de unos 200 m². A la derecha está ubicada una exposición con vehículos para su venta y una habitación que cumple la función de recepción, y a la izquierda se encuentra una sala de espera para los clientes y los aseos.

5.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO.

El Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido⁴, establece las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición. Dichas disposiciones se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su trabajo, como es el caso de los trabajadores de los talleres de vehículos.

Para realizar la evaluación del riesgo de exposición al ruido, se debe estudiar:

- Tipo de ruido:
 - o Continuo:
 - Nivel/es de presión acústica/s.
 - Tiempo de exposición.
 - o Impacto:
 - Nivel máximo de presión acústica.
 - Impactos por minuto.
 - Tiempo de exposición.
- Disposición del foco productor del ruido dentro del local de trabajo.
- Personal afectado por este ruido.
- Medios de protección utilizados.

Según lo dispuesto en el artículo 6.1 del RD 286/2006, *“el empresario deberá realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores, en el marco de lo dispuesto en el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y del capítulo II, sección 1ª del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero”*.

Puesto que el procedimiento de evaluación utilizado debe proporcionar confianza sobre su resultado (artículo 5.2 del Reglamento de los Servicios de Prevención), la evaluación de la exposición al ruido exigirá, como norma general, la medición de los niveles de ruido¹⁶.

Los parámetros físicos utilizados para la evaluación del riesgo se definen en el Anexo I.

Pero para saber si los niveles de ruido medidos son adecuados y determinar si existe riesgo o no, debemos antes conocer cuáles son los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción. El citado Real Decreto 286/2006 establece los siguientes valores de exposición en su artículo 5.1:

- Valor límite de exposición (VLE):

$$L_{Aeq,d} = 87 \text{ dB(A)} \text{ y } L_{pico} = 140 \text{ dB (C)}$$

- Valores de exposición que dan lugar a una acción:

- o Valores superiores de exposición (VSE):

$$L_{Aeq,d} = 85 \text{ dB(A)} \text{ y } L_{pico} = 137 \text{ dB (C)}$$

- o Valores inferiores de exposición (VIE):

$$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB(A)} \text{ y } L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$$

Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores (artículo 5.2 RD 286/2006).

5.1.1. INSTRUMENTOS UTILIZADOS.

Para medir el nivel total de ruido se utilizan el sonómetro y el dosímetro.

El sonómetro es el instrumento más utilizado para las medidas del nivel de presión acústica. Proporciona el nivel de presión acústica promediado a lo largo del tiempo que dure la medición. El denominado sonómetro integrador permite determinar el valor del nivel de presión acústico continuo equivalente ponderado A, necesario para poder evaluar el riesgo de exposición al ruido de acuerdo con el RD 286/2006, de 10 de marzo. Permite determinar el valor del $L_{Aeq,t}$ o $L_{Aeq,d}$.

El dosímetro es un aparato que integra de forma automática los dos parámetros considerados: nivel de presión acústica y tiempo de exposición, obteniéndose directamente lecturas de riesgo expresadas en porcentajes de la dosis máxima permitida legalmente para ocho horas de exposición al riesgo diarias (%DMP). Pudiendo determinar el NPA promedio ($L_{Aeq,d}$) mediante la expresión:

$$L_{Aeqd} = 90 + 10 \log \frac{\%DMP}{100} dB(A)$$

La evaluación de la exposición al ruido comprenderá la determinación, en este puesto de trabajo, del valor del $L_{Aeq,d}$.

En este caso, utilizaremos un dosímetro que cumple con la normativa establecida en UNE-EN 61252:1998.

Se trata del dosímetro modelo DC112d de la marca Cesva, el cual permite medir simultáneamente todos los parámetros necesarios para evaluar la exposición al ruido del trabajador sin y con protectores auditivos (SNR y HML). El DC112d, mide el nivel equivalente con ponderación A y C [L_{At} , L_{Ct}] (método SNR y HML). Y por supuesto, también el nivel de pico con ponderación C [L_{pico}].

Como se indica en el apartado 2 de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido¹⁵ del INSHT, la medición con dosímetros personales es recomendable cuando el puesto de trabajo implica movilidad y el establecimiento de tiempos y localización del trabajador es prácticamente imposible, por ejemplo en este tipo de trabajo o, en general, cuando la variación del nivel de ruido es muy grande o impredecible, a lo largo de la jornada, y no se puede analizar con un sonómetro integrador.

Los dosímetros son calibrados el día previo a la medición.

Se realiza la medición de la jornada completa. De acuerdo a lo establecido en el apartado 4.3 de la Guía Técnica del INSHT a la que ya hemos hecho referencia, este tipo de medición supone cubrir la totalidad del tiempo de trabajo de la jornada, incluyendo tanto los periodos más ruidosos como los más tranquilos. Por lo que para ello y para que resulte más práctico, utilizamos dosímetros personales (uno para cada uno de los trabajadores de la empresa).

Los dosímetros personales que porta cada trabajador son colocados de forma que el micrófono se mantenga a unos 10 centímetros del canal de entrada al oído (preferiblemente en el oído más expuesto) y a 4 centímetros por encima del hombro, tal y como indica la Guía Técnica del INSHT antes mencionada. El cable está sujeto de tal modo que la influencia mecánica o la cubierta de ropa no conduzcan a resultados falsos.

Inicialmente se realizan mediciones sobre tres jornadas completas, en días consecutivos. La media de las tres jornadas se toma como el $L_{Aeq,d}$.

Pero para realizar una correcta evaluación del ruido, es preciso conocer en primer lugar el tipo de ruido y en un taller de vehículos se producen todos los tipos de ruido posible. Cada trabajador de este taller ocupa su jornada en varias actividades con diferente nivel sonoro, siendo el tiempo que invierte en cada una de ellas distinto según el día, siendo las principales fuentes de ruido y las que se pretenden medir en este proyecto, las siguientes:

- El uso del compresor para el sistema de aire a presión en las tareas de apretar o aflojar tuercas.
- El uso de maquinaria neumática como el atornillador de impacto (también lo evaluaremos en la exposición a vibraciones).
- Los contactos metálicos: golpes, fricciones, etc.
- El ruido de los motores de los vehículos.

5.2.EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN A 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 mecánicas⁸, tiene por objeto, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente a los citados riesgos.

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

Queda incluida cualquier exposición que tenga lugar durante la prestación laboral, sea debida o no a la actividad laboral propia.

A pesar de que la exposición a vibraciones mecánicas puede tener orígenes muy diversos, una de las principales fuentes de exposición en el taller se encuentra en la utilización de máquinas. Si bien en el campo de aplicación de este Real Decreto se incluyen todas las máquinas e instalaciones productoras de vibraciones mecánicas, se pueden identificar grupos de las mismas en los que existe mayor probabilidad de que los trabajadores estén expuestos a las vibraciones que transmiten y que, en consecuencia, deberían ser objeto de especial atención. En una relación no exhaustiva de ellas, deberían incluirse las máquinas portátiles y/o guiadas a mano para las

vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo y las máquinas móviles para las vibraciones que afectan al cuerpo entero¹⁶.

Antes de realizar la medición y saber interpretar su resultado, debemos conocer cuáles son los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción. El citado RD 1311/2005 establece en su artículo 3 los siguientes valores:

- Para la vibración transmitida al sistema mano-brazo:
 - o El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en 5 m/s^2 .
 - o El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $2,5 \text{ m/s}^2$.
- Para la vibración transmitida al cuerpo entero:
 - o El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en $1,15 \text{ m/s}^2$.
 - o El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $0,5 \text{ m/s}^2$.

El artículo 4 del Real Decreto 1311/2005 establece la obligación del empresario de evaluar el riesgo derivado de la exposición a vibraciones. Como norma general, y excepto en aquellos casos en que la naturaleza y el alcance de los riesgos hagan innecesaria una evaluación detallada de éstos, la evaluación se basará en la cuantificación del riesgo, que se llevará a cabo mediante la determinación del parámetro A(8). Este parámetro representa el valor de la exposición diaria a vibraciones, normalizado para un periodo de ocho horas, y se puede obtener por medición de la aceleración o por su estimación a partir de datos disponibles. El valor de A(8) obtenido se compara con el valor límite y/o con el valor que da lugar a una acción, comparación de la que pueden derivarse tres situaciones que darán lugar a diferentes acciones:

- a) es inferior al valor de acción;
- b) está entre el valor de acción y el valor límite;
- c) está por encima del valor límite.

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

Los valores límite representan niveles de exposición que *no deben ser excedidos en ninguna jornada laboral*. El nivel de exposición se calcula como el promedio ponderado a lo largo de una jornada de 8 horas, por lo que, aun sin superarse el valor límite (referido a 8 horas), es posible que existan valores instantáneos superiores a 5 m/s² y 1,15 m/s², respectivamente, para vibraciones mano-brazo y cuerpo entero.

Los valores límite de exposición no delimitan una situación insegura de una situación segura. Asimismo, los valores que dan lugar a una acción no deben entenderse como valores por debajo de los cuales no existe riesgo derivado de la exposición a vibraciones. Ello dependerá de numerosos factores como la susceptibilidad individual de los trabajadores, trabajar en ambientes fríos o húmedos, etc.

El artículo 4RD 1311/2005 establece que *“para evaluar el nivel de exposición a la vibración mecánica, podrá recurrirse a la observación de los métodos de trabajo concretos y remitirse a la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo utilizado en las condiciones concretas, de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante. Esta operación es diferente de la medición que precisa del uso de aparatos específicos y de una metodología adecuada”*.

Uno de los parámetros necesarios para la evaluación del riesgo es el tiempo de exposición para cuya determinación debe observarse el método de trabajo utilizado, con el fin de establecer el tiempo durante el cual el trabajador está efectivamente expuesto a las vibraciones.

Puesto que el procedimiento de evaluación utilizado debe proporcionar confianza sobre su resultado (artículo 5.2 del Reglamento de los Servicios de Prevención), y dado que la evaluación del riesgo de la exposición a vibraciones mecánicas exige conocer la magnitud de las mismas expresada por su aceleración, el procedimiento exigirá bien la medición de la magnitud de la misma, bien su cálculo a partir de datos de la aceleración. Según establece el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas¹⁸, en los puntos 2.2 y 3.6 de su Anexo 1, dichos datos deben constar en el Manual de Instrucciones para las máquinas portátiles y guiadas a mano y las máquinas móviles, siempre que sobrepasen los valores que se indican más adelante.

Además, tal como se indica en el Apéndice 2 y en la parte IV de la Guía Técnica, existen bases de datos en las que figuran los valores de las aceleraciones producidas por distintas máquinas.

En el último párrafo del artículo 4.2 del Real Decreto 1311/2005 se cita que *“el empresario deberá justificar, en su caso, que la naturaleza y el alcance de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas hacen innecesaria una evaluación más detallada de estos”*.

De acuerdo con los puntos 2.2 y 3.6 del Anexo I del Real Decreto 1644/2008, en el Manual de Instrucciones que debe acompañar a determinadas máquinas debe constar:

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

En aquellos equipos de trabajo de los que se desconoce la citada información, por haber sido comercializados con anterioridad a la entrada en vigor del Real Decreto 1644/2008, deberá solicitarse al fabricante o acudir a bases de datos.

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

En consecuencia, si se trata de exposición a vibraciones cuya aceleración ponderada en frecuencia no sobrepasa el valor que da lugar a una acción, la sola mención de esta circunstancia, así como del tiempo de exposición, permiten justificar que es innecesaria una evaluación más detallada, haciéndose constar así en la evaluación de riesgos.

Las principales fuentes de vibraciones en un taller de vehículos son las producidas por las propias herramientas y máquinas empleadas por los trabajadores, siendo las utilizadas con más frecuencia en este taller y las actividades a evaluar en este caso, las siguientes:

-Máquina desmontadora de neumáticos y máquina equilibradora de neumáticos: ambas utilizadas para el montaje y equilibrado de neumáticos de los vehículos reparados.

- Atornillador de impacto: utilizado para hacer taladros en superficies como chapa.

A continuación se describe la marca, modelo y características de estas máquinas:

- Máquina desmontadora de neumáticos:

- Marca: SICAM.
- Modelo: Falco Evo 624S V5 Ergo Control.
- Datos técnicos (Figura 2): el manual establece que no se superan los valores de acción.





FALCO EVO 624 S

ERGO CONTROL



Falco Evo 624 S V6

2 AÑOS GARANTÍA



Ergo Control facilita el manejo del desmontador. Mantiene la posición original del operario y evita daños en el fondo de las llantas.

| FICHA TÉCNICA | EVO 624 EC |
|--------------------------|--------------|
| Amarre por el exterior | 10"-24" |
| Amarre por el interior | 12"-38" |
| Anchura de llanta | 3"-12.5" |
| Diámetro máximo rueda | 1.200 mm. |
| Potencia del desmontador | 11.500 N |
| Rango desmontador | 70 - 397 mm. |
| Velocidad de giro | 7-15 r.p.m. |

Capacidad hasta 24" en llantas de aluminio y dos velocidades. Accionadas mediante pedal.

| REFERENCIA | DESCRIPCIÓN | COLOR | VOLTAJE | PVF |
|------------|---|----------|----------|-------|
| 1694382433 | FALCO EVO 624 S V6 Ergo C + Torno NG 4003/50 Rojo Bal 3000 | BAL 3000 | 380/3/50 | 7.875 |
| 1694382443 | FALCO EVO 624 S V6 Ergo C + Torno NG MI 230/1/50 Rojo Bal 3000 | BAL 3000 | 220/1/50 | 7.450 |
| 1694382438 | FALCO EVO 624 S IT V6 Ergo C + Torno NG 4003/50 Rojo Bal 3000 | BAL 3000 | 380/3/50 | 7.825 |
| 1694382447 | FALCO EVO 624 S IT V6 Ergo C + Torno NG MI 230/1/50 Rojo Bal 3000 | BAL 3000 | 220/1/50 | 8.200 |

Las versiones V se sirven con protecciones para garras de plato, uña de montaje y pala del desmontador.

Figura 2. Máquina desmontadora de neumáticos.

- Máquina equilibradora de neumáticos:

- Marca: Twin Busch.
- Modelo: TW F-23.
- Datos técnicos (Figura 3): igual que en la anterior máquina, el manual establece que no se superan los valores de acción.

Equilibradora de ruedas

Número de artículo: TW F-23

Descripción del producto
Equilibradora de ruedas automática. La mejor relación calidad precio con la calidad profesional. Calibre automático de medición a la distancia y diámetro de la llanta. Medición precisa en el equilibrado con contrapesas ocultas.

Características principales

- 1ª calidad de fabricación con certificado CE de conformidad
- Fabricado según ISO 9001
- Diseño moderno y construcción robusta
- Programa Split para la colocación exacta de los pesos detrás de las aspas
- Display digital
- Medición automática y con frenada del giro de la rueda
- Equilibrado estático y dinámico
- Varios programas de equilibrado: estático / Alu1, Alu2, ALLU3 / moto, etc...
- Programa de autodiagnóstico integrado
- Opcional: Adaptadores para ruedas de motos, y adaptador para ruedas sin agujero centra

Accesorios incluidos

- Equilibradora de ruedas
- Conos de centrado (4 uds), calibrador de llantas, alicates para contrapesas
- Tuerca de apriete rápido con cubierta de protección para llantas de aleación
- Contrapesa para calibración
- Documento de certificado CE de conformidad

Detalles



TW F-23
<< Equilibradora de ruedas



(1) 15 compartimentos para las contrapesas



(2) Precisión exacta en la colocación oculta de los contrapesas adhesivos a través del brazo electr.



(3) Medición de distancia integrado



(4) Tuerca de fijación rápida Ø = 40



(5) Display digital

Dimensiones



Amplia gama de accesorios



Datos técnicos: TW F-23

| | |
|---------------------------|----------------|
| Ancho de llanta | 1,5" hasta 20" |
| Ø Diámetro de llanta | 10" hasta 24" |
| Peso de la rueda máx. | 65 kg |
| Buje de las llantas | 40-135 mm |
| Tolerancia de la medición | +/- 1 gr |
| Tiempo de medición | 4-7 seg |
| Voltaje | 230 V~ |
| Nivel de ruido | < 70 dB |
| Peso (aprox.) | 123 kg |

Confíe en nosotros Disponemos de un amplio stock de maquinas y de repuestos para taller y un personal profesional a su servicio.

45

Figura 3. Máquina equilibradora de ruedas

- Atornillador de impacto:

- Marca: Bosch.
- Modelo: GDX 18V-200 C Professional.
- Ficha técnica (Figura 4): en la ficha técnica de esta máquina se detallan los valores de ruido y vibración para las maniobras de apriete de los tornillos y tuercas, con un valor de vibraciones generadas a_h de 9.8 m/s^2 .

Ficha de datos del producto



Herramientas eléctricas para la construcción y la industria

Atornillador/llave de impacto con batería

GDX 18V-200 C



El atornillador de impacto de 18 V de Bosch más potente con portapuntas 2 en 1 y motor sin escobillas

Los datos más importantes

| | |
|-----------------------|------------|
| Tensión de la batería | 18 V |
| Par de giro, máx. | 200 Nm |
| Ø de los tornillos | M 6 – M 16 |

> [Más información del producto](#)

Datos técnicos

Datos técnicos

| | |
|--|-----------------------------|
| Velocidad de giro en vacío | 0-3.400 r.p.m. |
| Velocidad de giro en vacío, 1.er nivel | 0-1.100 rpm |
| Velocidad de giro en vacío, 2.er nivel | 0-2.300 rpm |
| Velocidad de giro en vacío, 3.er nivel | 0-3.400 rpm |
| Niveles de par de giro | 3 |
| Peso sin batería | 1,2 kg |
| Par de giro, máx. | 200 Nm |
| Número de impactos | 0-4.000 ipm |
| Número de impactos, 1.er nivel | 0-2.300 ipm |
| Número de impactos, 2.er nivel | 0-3.400 ipm |
| Número de impactos, 3.er nivel | 0-4.000 ipm |
| Tensión de la batería | 18 V |
| Portaherramientas | 1/4" hex uni, 1/2" cuadrado |

'Nivel total de vibraciones (Apriete de los tornillos y tuercas, tamaño máximo admisible)'

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Valor de vibraciones generadas a_h | $9,8 \text{ m/s}^2$ |
| Tolerancia K | $1,5 \text{ m/s}^2$ |

Diámetro de tornillo

| | |
|--------------------|------------|
| Ø de los tornillos | M 6 – M 16 |
|--------------------|------------|

Ruido/vibración

Apriete de los tornillos y tuercas, tamaño máximo admisible

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Valor de vibraciones generadas a_h | $9,8 \text{ m/s}^2$ |
| Tolerancia K | $1,5 \text{ m/s}^2$ |

Figura 4. Atornillador de impacto

5.2.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.

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

El Real Decreto 1311/2005 ofrece dos posibilidades para disponer de los valores de la aceleración ponderada en frecuencia: utilizar datos publicados sobre la misma o medirlos. En el primer caso pueden utilizarse los valores que deben figurar en el manual de instrucciones que debe acompañar a cada máquina o bien utilizar los que están disponibles en diferentes bases de datos.

En el caso de las vibraciones mano-brazo, los valores de emisión se obtienen aplicando los códigos de ensayo armonizados elaborados por los comités europeos e internacionales de normalización, y (desde el año 2005) se basan en la norma UNE EN ISO 20643: 2008 *Vibraciones mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones*. Un ejemplo de ello son la serie de normas EN ISO 8662 para herramientas neumáticas y otras no eléctricas y la serie de normas EN 60745 para las herramientas eléctricas. Muchos de estos códigos de ensayo armonizados están actualmente en revisión. Los valores de vibración proporcionados por los códigos de ensayo tienden a subestimar el valor real de la vibración de las herramientas cuando éstas son utilizadas en el lugar de trabajo y normalmente se basan en mediciones que se realizan en un solo eje de vibración. El documento técnico UNE CEN/TR 15350:2013 aconseja que, para estimar el riesgo, los valores de emisión declarados por el fabricante se multipliquen por un factor que depende del tipo de herramienta, según se indica en la siguiente tabla:

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

Tabla 3. Factor a multiplicar según tipo de herramienta. Extraída de la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas.

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

Para la máquina desmontadora de neumáticos y la máquina equilibradora de neumáticos no disponemos del valor de aceleración, sin embargo el manual establece que no se superan los valores de acción. En cuanto al atornillador de impacto, su ficha técnica establece un valor de vibraciones generadas a_h de 9.8 m/s^2 . Por tanto, en estos casos no es necesario calcular la aceleración.

En caso de que fuese necesario realizar la medición de la aceleración, el instrumento de medida que utilizaríamos sería el acelerómetro. A partir del acelerómetro la señal de vibración puede procesarse de diferentes formas para alcanzar una medición de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia durante un periodo de medida.

5.3. EVALUACIÓN Y CONTROL DEL RIESGO HIGIÉNICO POR AGENTES QUÍMICOS.

El Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo¹⁸, establece las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo o cualquier actividad con agentes químicos.

Se define la exposición laboral a un contaminante (agente) químico, como la situación de trabajo en la que un individuo puede recibir la acción y sufrir el efecto de un agente químico, comportando todo ello un posible daño (riesgo) para su salud.

Las posibles consecuencias de la exposición son los daños físicos que puede sufrir la persona expuesta, determinados en este caso por los efectos adversos para la salud que pueden producir los agentes químicos. Se pueden conocer las posibles consecuencias a partir de la información toxicológica de las sustancias. El conocimiento de las consecuencias de la exposición permite, entre otras cosas, proveer la posible aditividad de efectos cuando actúan conjuntamente más de un agente o realizar controles médicos específicos. En determinados casos pudiera servir también para priorizar actuaciones.

Identificación de posibles exposiciones:

Los principales productos químicos empleados en el taller de reparación de vehículos son: disolventes, aceites hidráulicos, aceites de corte, refrigerantes, lubricantes, líquidos de freno, etc.

El riesgo y la exposición a estos productos pueden derivar de las siguientes acciones:

- Proyección y salpicaduras de fragmentos o partículas, por contacto con los mismos por un uso y/o manipulación incorrecta en el desmonte de partes y piezas del motor.
- Inhalación de gases y polvos tóxicos derivados de la limpieza de piezas.
- Ingestión accidental durante la manipulación de dichos productos.
- Incendio y explosión, por el uso indebido de productos inflamables como los aceites lubricantes, aceites de guías, aceites refrigerantes, así como gasoil, etc.

Para la evaluación de la exposición a un agente químico en este puesto de trabajo vamos a seguir el modelo COSHH Essentials, el cual está descrito en la Nota Técnica de Prevención (NTP) 936 del INSHT, la cual presenta el fundamento del modelo británico COSHH Essentials para la evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación de agentes químicos¹⁹. Con este modelo se pretende determinar una medida de control adecuada para reducir hasta un nivel aceptable el riesgo por inhalación de agentes químicos.

Las diferentes etapas del modelo COSHH Essentials son las siguientes:

- Variable 1: Peligrosidad según frases H. La peligrosidad de las sustancias se clasifica en las categorías A, B, C, D y E, en función de las frases que figuran en su etiqueta y ficha de datos de seguridad y que podemos ver en la siguiente tabla extraída de la NTP 936.

| | |
|---|---|
| A | H303, H304, H305, H313, H315, H316, H318, H319, H320, H333, H336 Cualquier sustancia sin frases H contenidas en los grupos B a E |
| B | H302, H312, H332, H371 |
| C | H301, H311, H314, H317, H318, H331, H335, H370, H373 |
| D | H300, H310, H330, H351, H360, H361, H362, H372 |
| E | H334, H340, H341, H350 |

Tabla 4. Clasificación de la peligrosidad del agente según frases H. Extraída de la NTP 936 del INSHT.

- Variable 2: Tendencia a pasar al ambiente. La tendencia a pasar al ambiente se puede clasificar en baja, media y alta y se mide, en el caso de productos líquidos, por su volatilidad y la temperatura de trabajo (figura 6), y en el caso de sólidos, por su tendencia a formar polvo cuando se manipulan.

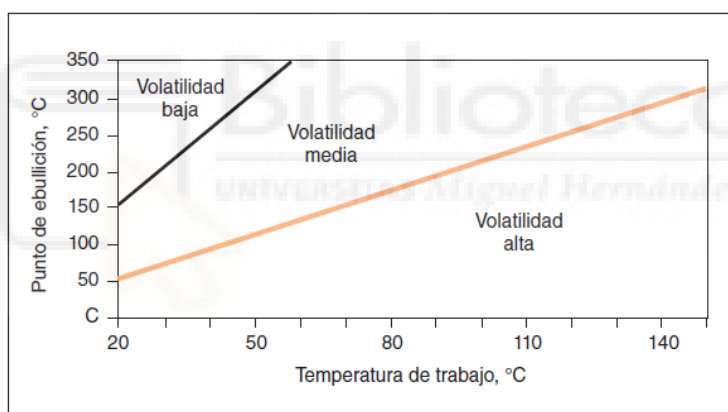


Figura 5. Niveles de volatilidad de los líquidos. Extraída de la NTP 936 del INSHT

- Variable 3: Cantidad de sustancia utilizada por operación. La cantidad de sustancia empleada se clasifica de forma cualitativa en pequeña, mediana o grande, según lo indicado en la siguiente tabla.

| Cantidad de sustancia | Cantidad empleada por operación |
|-----------------------|---------------------------------|
| Pequeña | Gramos o mililitros |
| Mediana | Kilogramos o litros |
| Grande | Toneladas o metros cúbicos |

Tabla 5. Cantidad de sustancia utilizada (en orden de magnitud). Extraída de la NTP 936 del INSHT.

Las categorías elegidas de estas tres variables descritas se cruzan en una tabla (tabla 6) que indica cuatro posibles niveles de riesgo potencial y sus respectivas acciones preventivas.

| Grado de peligrosidad | Volatilidad / Pulverulencia | | | | |
|-----------------------|--|----------------------------------|-------------------|-------|----------------------------------|
| | Cantidad usada | Baja volatilidad o pulverulencia | Media volatilidad | Media | Alta volatilidad o pulverulencia |
| A | Pequeña | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Mediana | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | Grande | | | 2 | 2 |
| B | Pequeña | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Mediana | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | Grande | 1 | 2 | 3 | 3 |
| C | Pequeña | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Mediana | 2 | 3 | 3 | 3 |
| | Grande | 2 | 4 | 4 | 4 |
| D | Pequeña | 2 | 3 | 2 | 3 |
| | Mediana | 3 | 4 | 4 | 4 |
| | Grande | 3 | 4 | 4 | 4 |
| E | En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4. | | | | |

Tabla 6. Determinación del nivel de riesgo potencial por exposición a agentes químicos. Extraída de la NTP 936 del INSHT.

- Riesgo potencial 1. En estas situaciones el control de la exposición puede lograrse, normalmente, mediante el empleo de ventilación general.
- Riesgo potencial 2. En estas situaciones habrá que recurrir a medidas específicas de prevención (artículo 5 del RD 374/2001). El tipo de instalación más habitual para control de la exposición a agentes químicos en la extracción localizada.
- Riesgo potencial 3. En situaciones de este tipo habrá que recurrir al empleo de confinamiento o de sistemas cerrados mediante los cuales no exista la posibilidad de que la sustancia química pase a la atmósfera durante las operaciones ordinarias de manipulación de la misma.
- Riesgo potencial 4. Estas situaciones son aquéllas en las que, o bien se utilizan sustancias muy tóxicas o bien se emplean sustancias de toxicidad moderada en grandes cantidades y con una capacidad media o elevada de pasar a la atmósfera. Habrá que determinar si se utilizan sustancias cancerígenas y/o mutágenas reguladas por el RD 665/1997 y sus dos modificaciones. En estos

casos es imprescindible adoptar medidas específicamente diseñadas para el proceso en cuestión recurriendo al asesoramiento de un experto.

La NTP 936 también hace referencia al tratamiento de las mezclas. Cuando el agente evaluado es una mezcla o preparado, el técnico que realiza la evaluación debe conocer las propiedades peligrosas de cada componente, de modo que las evalúe de forma separada de acuerdo con las siguientes reglas:

- Si existe al menos un componente de categoría E de peligrosidad (sin considerar %), se clasificará como E.
- Si existe al menos un componente de categoría D de peligrosidad (>0,05%), la mezcla se clasificará como categoría D.
- Si existe al menos un componente de categoría C de peligrosidad (>0,5%), la mezcla se clasificará como categoría C.
- Si existe al menos un componente de categoría B de peligrosidad (>10%), la mezcla se clasificará como categoría B.
- Si existe al menos un componente (a una concentración entre 0,1% y 0,5%) con las frases R43 o H317 (sensibilización dérmica), se aplicará la siguiente tabla.

| Cantidad | Volatilidad o pulverulencia | | | |
|----------|----------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|
| | Baja volatilidad o pulverulencia | Volatilidad media | Pulverulencia media | Alta volatilidad o pulverulencia |
| Pequeña | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Media | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Alta | 2 | 3 | 3 | 3 |

Nótese que estas modificaciones afectan al nivel de riesgo potencial final (1 a 4) y no a la clasificación de la categoría de peligrosidad de la mezcla o preparado (A a E).

Tabla 7. Nivel de riesgo potencial de una mezcla o preparado cuando contiene al menos un componente etiquetado con R43 o H317 a una concentración entre 0,1 y 0,5%. Extraída de la NTP 936 del INSHT.

Si no se da ninguna de las anteriores situaciones, la mezcla o preparado se tratará según la información que aparezca en la sección 16 de su ficha de datos de seguridad.

La lista de sustancias a analizar debe incluir materias primas, productos de reacción, productos intermedios, productos secundarios, productos finales e impurezas. A continuación debe obtenerse información de todas ellas relativa a sus propiedades toxicológicas (efectos sobre la salud, valores límite de concentración ambiental

propuestos, LD50 por vía dérmica, LD50 por vía digestiva, etc.) y sus propiedades físico-químicas (estado físico, punto de ebullición, presión de vapor, etc.).

Gran parte de esta información debe ser aportada por el suministrador de las sustancias a través del etiquetado y fichas de seguridad.

Los productos químicos utilizados en este taller con más frecuencia son los siguientes:

- Líquido anticongelante / refrigerante original -35°C para el grupo PSA (Peugeot / Citroën / DS). Referencia 1637756480.



Figuras 6 y 7. Líquido refrigerante.

En su etiqueta se describe que contiene etilenglicol. Según consta en el documento de los Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España²⁰, elaborado por el INSHT para el año 2021, el etilenglicol presenta las siguientes características:

Valores límite ambientales: VLA-ED 52 mg/m³, VLA-EC 104 mg/m³.

Vía de entrada al organismo: dérmica.

Identificación de peligro: H302 (Nocivo en caso de ingestión).

-Disolvente: SK-Disolvente pintura (safety kleen).



Figuras 8 y 9. Disolvente de pintura.

Su etiquetado detalla según lo relativo a la clasificación y envasado de sustancias peligrosas (Reg. 1272/2008)¹², que contiene una mezcla de disolventes orgánicos constituido mayoritariamente por cetonas, ésteres y derivados del petróleo y compuestos aromáticos.

Además, en su etiquetado consta las siguientes identificaciones de peligro: H225 (líquidos y vapores muy inflamables), H315 (provoca irritación cutánea), H336 (Puede provocar somnolencia o vértigo), H304 (puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias), H361 (se sospecha que puede perjudicar a la fertilidad o dañar al feto), H373 (puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida), EUH066 (la exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel), P210 (mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes, no fumar), P241 (utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación antideflagante), P280 (llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección), P303+P61+P533 (en caso de contacto con la piel (o el pelo): quitarse inmediatamente las prendas contaminadas y aclararse la piel con agua o ducharse), P305+P351+P338 (en caso de contacto con los ojos: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos, quitar las lentes de contacto si lleva y resulta fácil, seguir aclarando), P403+P223 (Almacenar en un lugar bien ventilado, mantener el recipiente cerrado herméticamente).

- Aceite lubricante Maxigear 75W80 GL5. Referencia 7260105. Marca Olipes.



Figura 10. Aceite lubricante.

En la ficha de seguridad de este producto se especifica que está compuesto de:

- Sustancias: Destilados (petróleo), fracción nafténica pesada tratada con hidrógeno.
- Mezclas: en las siguientes concentraciones:

En una concentración de 50 - 74.99%: destilados (petróleo), fracción parafínica pesada desparafinada con disolventes, aceite de base, sin especificar, [combinación compleja de hidrocarburos obtenida por separación de parafinas normales de una fracción de petróleo por cristalización en disolventes, está compuesta principalmente de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C20 a C50 y produce un aceite final con una viscosidad de no menos de 100 SUS a 100 oF (19 cSt a 40 oC)]. La ficha de seguridad detalla, además, que el límite de exposición durante el trabajo para esta mezcla será de 5 mg/m³ para una exposición de 8 horas y de 10 mg/m³ para una exposición corta.

En una concentración de 10 - 24.99 %: destilados (petróleo), fracción parafínica ligera refinada con disolventes, aceite de base, sin especificar, [combinación compleja de hidrocarburos obtenida como refinado de un

proceso de extracción con disolventes, está compuesta principalmente de hidrocarburos saturados con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C15 a C30 y produce un aceite final con una viscosidad de menos de 100 SUS a 100 oF (19 cSt a 40 oC).]. Pertenece a Asp. Tox. 1, H304 (Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias) del Reglamento 1272/2008. La ficha de seguridad detalla, además, que el límite de exposición durante el trabajo para esta mezcla será de 5 mg/m³ para una exposición de 8 horas y de 10 mg/m³ para una exposición corta.

En una concentración de 10 - 24.99%: Aceite de base, sin especificar, Combinación compleja de hidrocarburos obtenida por tratamiento de una fracción de petróleo con hidrógeno en presencia de un catalizador. Compuesta de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C20 a C50 y produce un aceite final de al menos 19cSt a 40°C (100 US a 100°F). Contiene una proporción relativamente grande de hidrocarburos saturados, destilados (petróleo), fracción parafínica pesada tratada con hidrógeno. Pertenece a Asp. Tox. 1, H304 (Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias) del Reglamento 1272/2008.

Y por último, en una concentración de 2.5 – 9.99%: aceite mineral blanco (petróleo). La ficha de seguridad detalla, además, que el límite de exposición durante el trabajo para esta mezcla será de 5 (nieblas) para una exposición de 8 horas y de 10 (nieblas) para una exposición corta.

La ficha de seguridad también especifica que este producto no contiene sustancias con valores límite biológicos.

- Líquido de frenos DOT-4 ABS Brake Fluid. Marca Liv.



Figuras 11 y 12. Líquido de frenos.

Según su ficha de datos de seguridad, el producto es clasificado como peligroso de acuerdo al Reglamento nº1272/2008 (CLP), constando las siguientes indicaciones de peligro: H319: Produce irritación grave a los ojos; y los siguientes Consejos de prudencia: P102: Mantener fuera del alcance de los niños P305+P351+P338: En caso de contacto con los ojos, lávese cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quítese las lentillas si las lleva y puede hacerlo fácilmente. Siga lavándose. P337+P313: Si la irritación ocular persiste, acuda al médico. P301+P311: En caso de ingestión, llame a un centro de control de tóxicos o a un médico y tenga el envase o la etiqueta a mano.

En cuanto a su composición, se detalla: Mezcla de éteres de poliglicol, ésteres de éter de glicol y poliglicoles con inhibidores de la corrosión y la oxidación añadidos.

Hace referencia para los límites de exposición ocupacional para la mezcla que no se dispone de datos oficiales, ya que debido a la baja presión de vapor de la preparación, el vapor no suele plantear problemas a temperatura ambiente.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO.

Se realiza la medición según lo indicado en el apartado 5.1 de este documento, obteniendo los siguientes valores de $LA_{eq,d}$ en los distintos días de medición:

Jornada 1: $LA_{eq,d1} = 85,2\text{dB(A)}$

Jornada 2: $LA_{eq,d2} = 85,8 \text{ dB(A)}$

Jornada 3: $LA_{eq,d3} = 85,6 \text{ dB(A)}$

La media de las tres jornadas se toma como el $LA_{eq,d}$, obteniéndose un valor de:

$$LA_{eq,d} = 85,5 \text{ dB(A)}$$

Se detecta, por tanto, un valor de $LA_{eq,d}$ que está por encima del valor límite superior que da lugar a una acción determinado en el RD 286/2006 en 85dB(A), por lo que existe un riesgo de exposición al ruido en estos trabajadores, siendo necesario la implantación de medidas de actuación para disminuir o evitar dicho riesgo.

Estas medidas de actuación o de control deben basarse en lo recogido en el artículo 4 del Real Decreto 286/2006, el cual establece:

1. Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen. La reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de prevención establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y tendrá en consideración especialmente:

- a) otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido;
- b) la elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido;
- c) la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;

d) la información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido;

e) la reducción técnica del ruido: 1º) reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente; 2º) reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo mediante amortiguamiento o aislamiento;

f) programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo;

g) la reducción del ruido mediante la organización del trabajo: 1º) limitación de la duración e intensidad de la exposición; 2º) ordenación adecuada del tiempo de trabajo.

2. Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y de organización, que deberán integrarse en la planificación de la actividad preventiva de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta en particular las medidas mencionadas en el apartado 1.

3. Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalización apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos.

4. Cuando, debido a la naturaleza de la actividad, los trabajadores dispongan de locales de descanso bajo la responsabilidad del empresario, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso.

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

Por lo tanto, según lo dispuesto en el artículo 7 del RD 286/2006, de no haber otros medios para prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido, se pondrá a

disposición de los trabajadores por parte del empresario, para que los usen obligatoriamente, protectores auditivos individuales apropiados y correctamente ajustados, mientras se ejecuta el programa de medidas y en tanto el nivel de ruido sea igual o supere, como en este caso, los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.

Las medidas que se proponen para su ejecución son:

- Adoptar medidas urgentes para disminuir la exposición al ruido, en los casos en que se supere el valor máximo de exposición.
- Establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y de organización destinado a disminuir la exposición al ruido.
- Suministrar a los trabajadores protectores auditivos individuales.
- Realizar evaluaciones y mediciones de ruido en el puesto de trabajo anualmente.
- Formar e informar a los trabajadores de los riesgos derivados de la exposición al ruido.
- Consultar y solicitar la participación de los trabajadores o de sus representantes a la hora de tomar decisiones sobre las acciones preventivas a implantar.
- Realizar controles audiométricos preventivos cada 3 años a los trabajadores.
- Señalizar la obligación de uso de equipos de protección individual en los lugares de trabajo que son fuente de un nivel de ruido superior a los valores inferiores de exposición.
- Delimitación y limitación de acceso a dichos lugares, cuando sea viable desde el punto de vista técnico limitando el acceso a ellos.

6.2. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN A VIBRACIONES.

Como se mencionó en el apartado 5.2 de este proyecto, las principales fuentes de vibraciones en un taller de vehículos son las producidas por las propias herramientas y máquinas empleadas por los trabajadores, siendo las utilizadas con más frecuencia la máquina desmontadora de neumáticos, la máquina equilibradora de neumáticos y el atornillador de impacto.

En este caso vamos a evaluar las vibraciones mano-brazo, que son a las que se encuentran expuestos los trabajadores de este taller.

En base a lo indicado en el artículo 4 del Real Decreto 1311/2005, se permite efectuar la evaluación con los datos declarados por el fabricante de la máquina.

En cuanto a la máquina desmontadora de neumáticos y la máquina equilibradora de neumáticos, el manual de ambas indica que dichos valores se encuentran por debajo del nivel de acción. Por tanto, no será necesario en este caso calcular el valor A(8) para realizar la evaluación de riesgos, puesto que en estas situaciones no se alcanzan los valores que dan lugar a una acción.

Sin embargo, el atornillador de impacto utilizado describe en su ficha técnica un valor de vibraciones generadas a_h de 9.8 m/s^2 . Como se ha indicado en el apartado 5.2.1. de este trabajo, los valores de vibración proporcionados por los códigos de ensayo tienden a subestimar el valor real de la vibración de las herramientas cuando éstas son utilizadas en el lugar de trabajo, por lo que según aconseja el documento técnico UNE CEN/TR 15350:2013, para estimar el riesgo, este valor de emisión declarado por el fabricante lo debemos multiplicar por un factor que depende del tipo de herramienta. En este caso, al ser una herramienta neumática, lo multiplicaremos por un factor de 1,5. Por tanto, el valor de vibración sería de $14,7 \text{ m/s}^2$.

Los trabajadores utilizan esta máquina una media de 20 minutos a lo largo de su jornada laboral. Por tanto, en este caso debemos determinar el parámetro A(8), tal como se indica en el Apéndice 2 de la Guía Técnica del RD 1311/2005, que depende del tiempo de exposición y de la magnitud de la vibración expresada a través de su aceleración. Una vez calculado el valor de el parámetro A(8), se compara con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite.

Para el cálculo de A(8), teniendo en cuenta que queremos calcular el riesgo de vibraciones mano-brazo de una sola fuente de exposición, utilizaremos la siguiente fórmula:

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

Donde a_{hv} es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las componentes de la aceleración ponderada en frecuencia en los tres ejes y cuyo valor aporta el fabricante de la máquina ($14,7 \text{ m/s}^2$ en este caso), T_{exp} corresponde al tiempo de exposición (20 minutos = 0,33 horas) y T_0 al tiempo de referencia de 8 horas. Por tanto, sustituyendo valores:

$$A(8) = 14,7 \sqrt{\frac{0,33}{8}}$$

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

Según este valor, se sobrepasa el valor de exposición diaria normalizado para el periodo de referencia de ocho horas que da lugar a una acción fijado en $2,5 \text{ m/s}^2$ para las vibraciones mano-brazo.

En este último caso y, según lo dispuesto en el artículo 5.1 del RD 1311/2005, de 4 de noviembre, *“teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen, los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible”*.

Entre las medidas técnicas a adoptar en este caso para disminuir el riesgo de exposición a las vibraciones de este tipo de máquina se incluyen las siguientes:

- Actuación sobre los focos productores y/o activadores de las vibraciones mediante la vigilancia del estado de las máquinas.
- Utilización de materiales aislantes (soportes de caucho, corcho, resortes metálicos, etc.) y/o absorbentes de las vibraciones que atenúen la transmisión de éstas al trabajador.
- Utilización de dispositivos antivibratorios que reduzcan las vibraciones originadas o transmitidas al trabajador.
- Elección de un equipo de trabajo adecuado, bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y generador del menor nivel de vibraciones posible.
- Uso adecuado de las máquinas, respetando pausas cuando fuera necesario.

En este caso, lo más aceptable sería la sustitución por otro tipo de atornillador de impacto que no sobrepase los valores límite.

6.3. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN Y CONTROL DEL RIESGO HIGIÉNICO POR AGENTES QUÍMICOS.

Como ya se ha mencionado en el apartado 5.3 de este trabajo, los principales productos químicos a los que se encuentran expuestos los trabajadores en el taller de reparación de vehículos son: disolventes, aceites hidráulicos, aceites de corte, refrigerantes, lubricantes, líquidos de freno, etc.

Atendiendo a las diferentes variables ya mencionadas del modelo COSHH Essentials y a los productos químicos analizados, podemos determinar el riesgo potencial derivado

del uso de estos productos según la Tabla 6 y, en base a ello, qué medidas preventivas se deberían adoptar. Todo esto queda reflejado en la siguiente tabla:

| Producto químico | Variable 1 | Variable 2 | Variable 3 | Riesgo potencial | Medida preventiva |
|-------------------------------|-------------|------------------|------------------------------|------------------|---------------------|
| Líquido anticongelante | Categoría B | Volatilidad baja | Cantidades medianas (litros) | 1 | Ventilación general |
| Disolvente | Categoría A | Volatilidad baja | Cantidades pequeñas (ml) | 1 | Ventilación general |
| Aceite lubricante | Categoría A | Volatilidad baja | Cantidades medianas (litros) | 1 | Ventilación general |
| Líquido de frenos | Categoría A | Volatilidad baja | Cantidades pequeñas (ml) | 1 | Ventilación general |

Tabla 8. Riesgo potencial de los productos químicos utilizados en el taller.

De esta evaluación cualitativa podemos concluir que el riesgo de inhalación existente del uso de estos productos químicos puede controlarse si existe una adecuada ventilación general en el taller.

Como se describió en el apartado 5 de Métodos, este taller de reparación de vehículos se encuentra en una nave industrial de 1105 m², con dos puertas de acceso, una en cada extremo de la nave, lo que permite una ventilación general suficiente para controlar el riesgo de inhalación.

Por otra parte, durante la jornada de evaluación del riesgo de exposición a estos productos químicos en el taller, se pudo comprobar que todos los trabajadores disponen de medidas de protección para la manipulación de los mismos, entre ellas:

- Guantes para evitar contacto directo con la piel.
- Pantalla facial con visor, por el riesgo de salpicadura de líquidos.
- Mascarilla autofiltrante contra gases y vapores.
- Vestimenta de trabajo tipo mono, para evitar salpicaduras.

6.4 LIMITACIONES.

Como posibles limitaciones en este estudio se puede plantear que las actividades de reparación y mantenimiento de vehículos desempeñadas en este taller no presentan una distribución similar durante todos los días, siendo posible que durante una jornada laboral de 8 horas haya sido necesario hacer más uso de un determinado tipo de máquina o producto químico, hecho que puede cambiar en la siguiente jornada. Por ello, la exposición a estos riesgos no es equitativa y se ha tenido en cuenta a la hora de la medición.



7. CONCLUSIONES.

El 85% de los automóviles matriculados en nuestro país corresponden a automóviles de turismo. Todos estos vehículos precisan con regularidad revisiones, mantenimiento y reparaciones en caso de daño o accidente, para lo que deben acudir a un taller de reparación especializado en ello. Los trabajadores de este taller se encuentran expuestos a diversidad de riesgos, entre los que se encuentran riesgos físicos y químicos, los cuales pueden tener consecuencias sobre su salud.

Se analiza la exposición al ruido y vibraciones y también a los productos químicos empleados con más frecuencia en un taller de reparación de vehículos, obteniéndose los siguientes resultados:

1. La medición de la exposición al ruido determina un valor de $LA_{eq,d}$ de 85,5 dB, el cual está por encima del valor límite que da lugar a una acción determinado en el RD 286/2006 en 85 dB. Por lo tanto, es necesario implantar medidas para reducir o eliminar por completo dicho riesgo, entre las que se encuentran:

- Adoptar medidas urgentes para disminuir la exposición al ruido, en los casos en que se supere el valor máximo de exposición.
- Establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y de organización destinado a disminuir la exposición al ruido.
- Suministrar a los trabajadores protectores auditivos individuales.
- Realizar evaluaciones y mediciones de ruido en el puesto de trabajo anualmente.
- Formar e informar a los trabajadores de los riesgos derivados de la exposición al ruido.
- Consultar y solicitar la participación de los trabajadores o de sus representantes a la hora de tomar decisiones sobre las acciones preventivas a implantar.
- Realizar controles audiométricos preventivos cada 3 años a los trabajadores.
- Señalizar la obligación de uso de equipos de protección individual en los lugares de trabajo que son fuente de un nivel de ruido superior a los valores inferiores de exposición.
- Delimitación y limitación de acceso a dichos lugares, cuando sea viable desde el punto de vista técnico limitando el acceso a ellos.

2. En cuanto a la evaluación del riesgo de exposición a las vibraciones en este taller, dos de las máquinas más utilizadas (la máquina desmontadora de neumáticos y la máquina equilibradora de neumáticos) describen en su manual que con su utilización no se supera el valor límite que da lugar a una acción. Sin embargo, otra de las herramientas más utilizadas (el atornillador de impacto) describe en su ficha técnica un valor de vibraciones generadas de $9,8 \text{ m/s}^2$. Es necesario en este caso calcular el riesgo, el cual se hace mediante la medición del parámetro A(8). Este cálculo nos da un valor de $2,9 \text{ m/s}^2$, el cual es superior al valor que da lugar a una acción para las vibraciones mano-brazo y que está determinado en $2,5 \text{ m/s}^2$ en el RD 1311/2005. Por tanto, también es necesario implantar medidas para reducir o eliminar el riesgo de exposición a las vibraciones generadas por el atornillador de impacto, las cuales pueden ser:

- Actuación sobre los focos productores y/o activadores de las vibraciones mediante la vigilancia del estado de las máquinas.
- Utilización de materiales aislantes (soportes de caucho, corcho, resortes metálicos, etc.) y/o absorbentes de las vibraciones que atenúen la transmisión de éstas al trabajador.
- Utilización de dispositivos antivibratorios que reduzcan las vibraciones originadas o transmitidas al trabajador.
- Elección de un equipo de trabajo adecuado, bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y generador del menor nivel de vibraciones posible.
- Uso adecuado de las máquinas, respetando pausas cuando fuera necesario.
- En este caso, lo más aceptable sería la sustitución por otro tipo de atornillador de impacto que no sobrepase los valores límite.

3. Por último, para la evaluación del riesgo potencial de inhalación por la exposición a los agentes químicos en este taller, aplicando el modelo COSHH Essentials observamos que riesgo potencial es 1 para el uso de todos los productos. Para este riesgo, la principal medida preventiva que habría que instaurar sería que el taller disponga de una ventilación general adecuada.

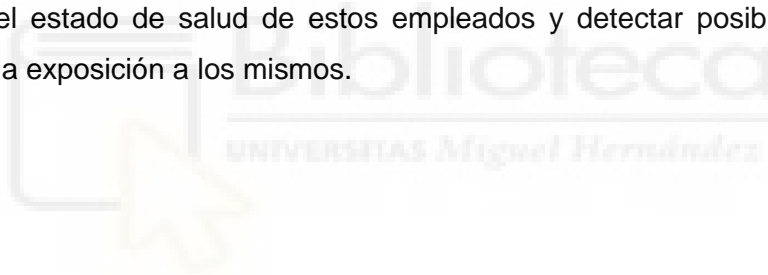
Este taller de reparación de vehículos se encuentra en una nave industrial de 1105 m^2 , con dos puertas de acceso, una en cada extremo de la nave, lo que permite una ventilación general suficiente para controlar el riesgo de inhalación de productos químicos.

Además, se comprobó que todos los trabajadores disponen de medidas de protección para la manipulación de dichos productos químicos, entre ellas:

- Guantes para evitar contacto directo con la piel.
- Pantalla facial con visor, por el riesgo de salpicadura de líquidos.
- Mascarilla autofiltrante contra gases y vapores.
- Vestimenta de trabajo tipo mono, para evitar salpicaduras.

Por tanto, en este taller de reparación de vehículos existe riesgo para los trabajadores de exposición a los contaminantes físicos ruido y vibraciones y también existe riesgo de inhalación a contaminantes químicos de los productos más utilizados. Del conocimiento del efecto que estos riesgos pueden provocar en el organismo de los trabajadores se establece la necesidad de instaurar medidas preventivas para eliminar o disminuir al máximo dichos riesgos.

Con independencia del análisis del riesgo de exposición para estos elementos físicos y químicos en los trabajadores de este taller, es necesario un control y examen periódico para valorar el estado de salud de estos empleados y detectar posibles patologías derivadas de la exposición a los mismos.



8. BIBLIOGRAFÍA.

1. Higiene Industrial. 5ª Edición. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Higiene+industrial.pdf/eb2a1df4-baf4-4561-a172-deeefcfe48fcb?t=1573138803881>
2. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social. [Internet]. [Consultado 29 Marzo 2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos>
3. Diccionario panhispánico del español jurídico. Real Academia Española. [Internet]. [Consultado 29 Marzo 2021]. <https://dpej.rae.es/lema/ruido>
4. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Boletín Oficial del Estado. 10 de marzo de 2006. BOE-A-2006-4414. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2006/03/10/286/con>
5. Álvarez Bayona, T. Aspecto Ergonómicos del Ruido: Evaluación. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/509319/DTE-Aspectos+Ergonomicos+RUIDO+y+VIBRACIONES.pdf/f19b4be7-4f7d-4f11-9d12-b0507638290f>
6. Cortes Díaz, J. M. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad e Higiene en el Trabajo. Editorial Tébar S. L., Madrid, 2018.
7. Álvarez Bayona, T. Aspectos Ergonómicos de las Vibraciones. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Aspectos+ergonomicos+de+las+vibraciones.pdf/97befb6a-7ca4-4fee-bf01-58104c1aed1b>
8. 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. Boletín Oficial del Estado. 4 de noviembre de 2005. BOE-A-2005-18262. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2005-18262>

9. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Año 2009. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relacionados-con-las-vibraciones-mecanicas>
10. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social. [Internet]. [Consultado 6 Abril 2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/-/que-son-los-agentes-quimicos-y-el-riesgo-quimico->
11. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado. 6 de abril de 2001. BOE-A-2001-8436. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2001/04/06/374/con>
12. Reglamento (CE) Nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE). 31 de diciembre de 2008. DOUE-L-2008-82637. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-82637>
13. Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (2020). Informe Anual 2019. Disponible en: https://anfac.com/wp-content/uploads/2020/07/ANFAC_INFORME_ANUAL_2019_VC.pdf
14. Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regulan la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles de sus equipos y componentes. Boletín Oficial del Estado. 10 de enero de 1986. BOE-A-1986-18896. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1986/01/10/1457>
15. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Año 2009. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relacionados-con-la-exposicion-al-ruido>
16. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Año

2009. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relacionados-con-las-vibraciones-mecanicas>

17. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Boletín Oficial del Estado. 11 de octubre de 2008. BOE-A-2008-16387. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/10/10/1644/con>

18. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado. 6 de abril de 2001. BOE-A-2001-8436. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2001/04/06/374/con>

19. NTP 936: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Año 2012. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_406.pdf/bb682bf1-a908-49ac-9c81-286e74def4ef

20. Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. 2021. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134?t=1620397240887>

9. ANEXOS.

ANEXO 1. DEFINICIONES

1. Nivel de presión acústica, L_p : El nivel, en decibelios, dado por la siguiente expresión:

$$L_p = 10 \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

donde P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales) y P es el valor eficaz de la presión acústica, en pascales, a la que está expuesto un trabajador (que puede o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo).

El nivel de presión acústica es una medida de la cantidad de energía asociada al ruido.

2. Nivel de presión acústica ponderado A, L_{pA} : Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \lg \left(\frac{P_A}{P_0} \right)^2$$

donde P_A es el valor eficaz de la presión acústica ponderada A, en pascales.

El nivel de presión acústica ponderado A es una medida de la capacidad del ruido de dañar permanentemente el oído humano.

La razón de introducir un factor de ponderación en las determinaciones del nivel de presión acústica estriba en que el oído humano no tiene la misma respuesta a todas las frecuencias audibles. Este factor de ponderación (que viene establecido en la norma UNE-EN 61672: 2005) se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico capaz de modificar la señal captada por el micrófono de forma similar a como lo hace el oído humano. Los resultados de las mediciones de nivel de presión acústica obtenidas utilizando esta ponderación deben identificarse como dB(A).

3. Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right) \cdot dt \right]$$

donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A es el que tendría un ruido continuo que en el mismo tiempo de exposición transmitiría la misma energía que el ruido variable considerado.

El tiempo de exposición puede coincidir con el tiempo de medición del nivel de ruido, aunque en general este último será menor.

4. Nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \lg \frac{T}{8}$$

donde T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día. Se considerarán todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulsos.

Si un trabajador está expuesto a «m» distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se ha analizado cada uno de ellos separadamente, el nivel diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0.1(L_{Aeq,d})_i} = 10 \lg \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i \cdot 10^{0.1(L_{Aeq,T_i})}$$

Donde L_{Aeq,T_i} es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido «i» al que el trabajador está expuesto T_i horas por día, y $(L_{Aeq,d})_i$ es el nivel diario equivalente que resultaría si sólo existiese dicho tipo de ruido.

5. Nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,s} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0.1 L_{Aeq,di}}$$

donde «m» es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y $L_{Aeq,di}$ es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día «i».

En las circunstancias que admite el artículo 5.3 del RD 286/2006, el valor de «m» puede ser como máximo 7.

6. Nivel de pico, L_{pico} : Es el nivel, en decibelios, dado por la expresión:

$$L_{pico} = \left(\frac{P_{pico}}{P_0} \right)^2$$

Donde P_{pico} es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascales) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C y P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales).



