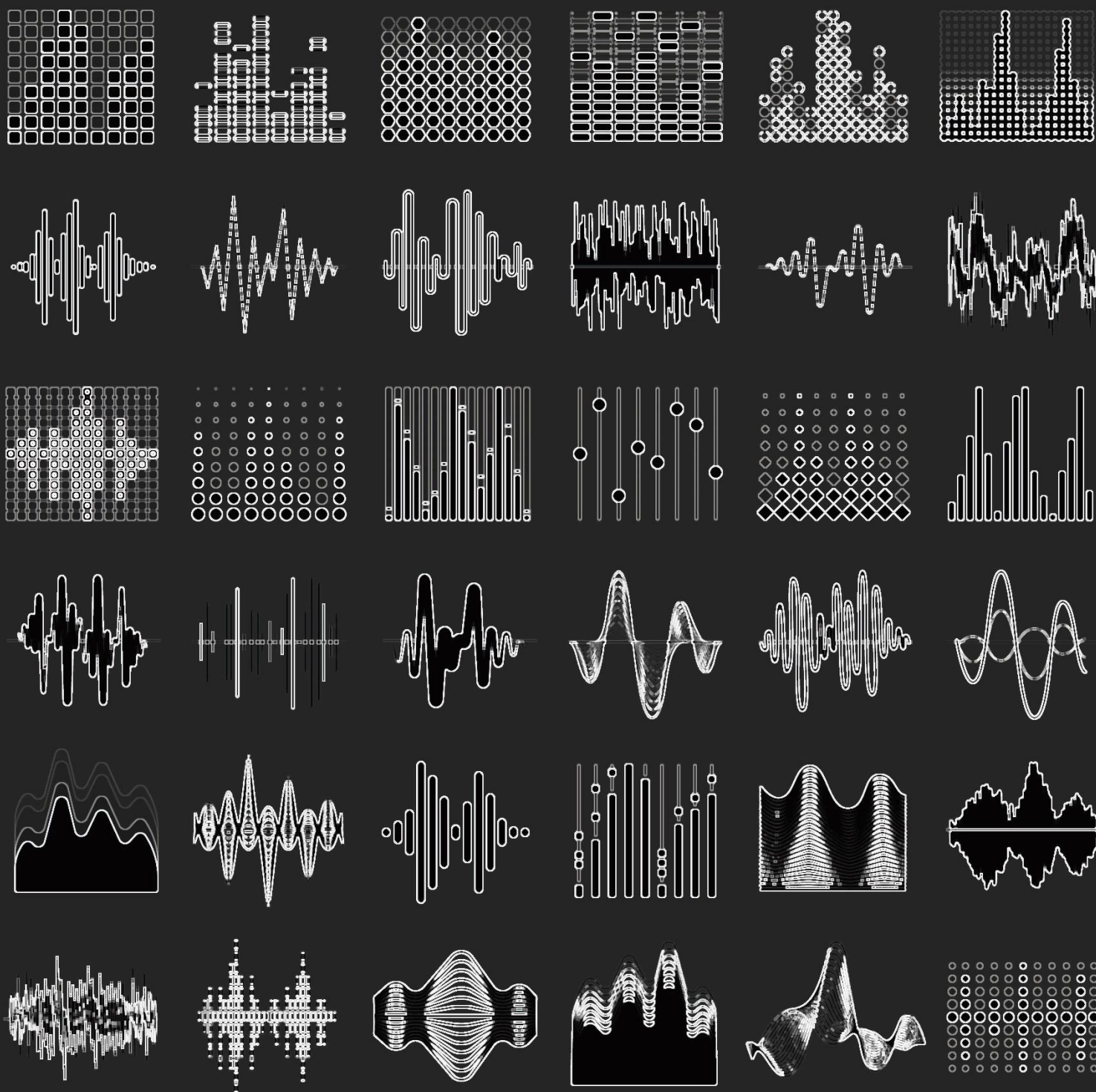




**Mejora de las condiciones de trabajo asociadas al ruido en la industria
extractiva y elaboración de piedra natural y afines**
- CASOS PRÁCTICOS RESUELTOS -

Promueve y edita



Centro Tecnológico
del mármol, piedra y materiales

Subvenciona



Región de Murcia
Consejería de Empresa, Empleo,
Universidades y Portavocía
Secretaría Autonómica de Empleo

Dirección General de Diálogo Social
y Bienestar Laboral

ORDEN de la titular de la Consejería de Empresa, Empleo, Universidades y Portavocía, por la que se convocan subvenciones destinadas a programas que fomenten las relaciones laborales y la seguridad y salud en el trabajo para el año 2021.

Expediente: 2021-33-31-0003

Coordinación y dirección técnica

Francisco Hita López

Doctor por la Universidad de Murcia

Autores

Francisco Hita López

Doctor por la Universidad de Murcia

Técnico Superior de PRL

Pedro Lozano del Amor

Ingeniero de minas

Técnico Superior de PRL

María Dolores Soler Reina

Técnico Superior de PRL

Diciembre 2021

Nota: En este documento se ha procurado utilizar un lenguaje no sexista e inclusivo, salvo en textos extraídos de documentos normativos o bibliografía en los que se ha respetado la redacción original.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	1
2. ÁMBITO TERRITORIAL Y DESTINATARIOS.....	4
3. OBJETIVOS	4
4. METODOLOGÍA	5
5. CASOS PRÁCTICOS.....	6
6. CONCLUSIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA Y TEXTOS DE CONSULTA	65
NORMATIVA Y DOCUMENTOS RELACIONADOS	65
Anexo. Formulario básico del ruido	66

1. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El trabajo es esencial para la vida, el desarrollo y la satisfacción personal. Por desgracia, actividades concretas llevadas a cabo en canteras, talleres y marmolerías pueden poner en riesgo a las personas al requerir estar expuestos a niveles de ruido que superan los 80dB(A).

Ante este hecho, la exposición o realización de diversas tareas pueden acabar produciendo daños en la salud de diversa consideración.

El objetivo principal de este estudio servirá de base con todo tipo de ejemplos con los que las empresas, directores facultativos y servicios de prevención puedan identificar, evaluar y controlar condiciones de trabajo que pueden dañar la salud de las personas expuestas de diversas formas. Téngase en cuenta que el nivel y la frecuencia del ruido, el tiempo de exposición y la distribución temporal del mismo, caracterizan los molestos e indeseados efectos del ruido, como son la capacidad de interferir la comunicación verbal, el poder de distracción o la irritabilidad. Pero el efecto más grave conocido del ruido es la pérdida de la audición, estando esta última contemplada como una enfermedad profesional.

Además de estos efectos, se encuentran otros tales como vértigos, nerviosismo, acúfenos, irritabilidad, trastornos respiratorios, pérdida de equilibrio, temblores en las manos, trastornos cardíacos y/o reacciones digestivas adversas. Pudiendo estos efectos, unidos a la pérdida de audición, no sólo generar problemas de enfermedad, si no también estar relacionados con los accidentes.

Debe de considerarse que la exposición al ruido en el ambiente laboral es uno de los factores de riesgo de mayor presencia en nuestro sector, debido a las numerosas fuentes de ruido existentes. Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA), el ruido es un sonido que se genera por una superficie en movimiento que produce una onda ondulatoria que se transmite a través del aire. La pérdida auditiva inducida por el ruido es una de las enfermedades profesionales reconocidas más prevalentes del mundo.

La EU-OSHA indica que existen exposiciones cortas a ruidos muy fuertes que pueden causar un cambio temporal en la audición (oídos se pueden sentirse tapados) o un zumbido en los oídos (tinnitus), los cuales pueden desaparecer en pocos minutos u horas después de salir del ruido. Sin embargo, la exposición repetida a ruidos fuertes puede conducir a tinnitus permanente y / o pérdida de la audición. La exposición al ruido en el lugar de trabajo durante muchos años puede conducir a una pérdida

auditiva irreversible si los niveles de exposición acústica diaria alcanzan o superan los 85 dB.

Ante este hecho, la exposición o realización de diversas tareas relacionadas con la extracción, manipulado y mecanizado de las rocas pueden acabar produciendo daños en la salud de diversa consideración, siendo estas irreversibles estando estos considerados en el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro, tal y como se muestra en el extracto siguiente.

Grupo	Agente	Sub-agente	Actividad	Código	Enfermedades profesionales con la relación de las principales actividades capaces de producirlas
2	A	01			Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos
					Hipoacusia o sordera provocada por el ruido:
					Sordera profesional de tipo neurosensorial, frecuencias de 3 a 6 KHz, bilateral simétrica e irreversible
					Trabajos que exponen a ruidos continuos cuyo nivel sonoro diario equivalente (según legislación vigente) sea igual o superior a 80 decibelios A, especialmente:
			01	2A0101	Trabajos de calderería.
			02	2A0102	Trabajos de estampado, embutido, remachado y martillado de metales.
			03	2A0103	Trabajos en telares de lanzadera batiente.
			04	2A0104	Trabajos de control y puesta a punto de motores de aviación, reactores o de pistón.
			05	2A0105	Trabajos con martillos y perforadores neumáticos en minas, túneles y galerías subterráneas.
			06	2A0106	Trabajos en salas de máquinas de navíos.
			07	2A0107	Tráfico aéreo (personal de tierra, mecánicos y personal de navegación, de aviones a reacción, etc.).
			08	2A0108	Talado y corte de árboles con sierras portátiles.
			09	2A0109	Salas de recreación (discotecas, etc.).
			10	2A0110	Trabajos de obras públicas (rutas, construcciones, etc.) efectuados con máquinas ruidosas como las bulldozers, excavadoras, palas mecánicas, etc.
			11	2A0111	Motores diesel, en particular en las dragas y los vehículos de transportes de ruta, ferroviarios y marítimos.
			12	2A0112	Recolección de basura doméstica.
			13	2A0113	Instalación y pruebas de equipos de amplificación de sonido.
			14	2A0114	Empleo de vibradores en la construcción.
			15	2A0115	Trabajo en imprenta rotativa en la industria gráfica.
			16	2A0116	Molienda de caucho, de plástico y la inyección de esos materiales para moldear-Manejo de maquinaria de transformación de la madera, sierras circulares, de cinta, cepilladoras, tupies, fresas.
			17	2A0117	Molienda de piedras y minerales.
			18	2A0118	Expolio y destrucción de municiones y explosivos.

Ilustración 1. Extracto del cuadro de enfermedades profesionales aprobado por el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre.

De la consulta de los anuarios del CEPROSS publicados en los últimos 5 años, para el periodo 2020 – 2016, los datos son poco alentadores tal y como se muestra en la tabla siguiente, al existir más de 2000 personas con problemas severos relacionados con la audición.

Año	2020	2019	2018	2017	2016	Total
Nº Casos	242	390	448	570	634	2.284

De manera más específica, y tras la consulta de los informes publicados por la CARM decenas de personas en el ámbito industrial y de la construcción han sufrido un episodio relacionado con el ruido¹.

Por otro lado, los resultados publicados por el Estudio epidemiológico de las enfermedades profesionales en España (1990 - 2014) - VERSIÓN ENERO 2019², la hipoacusia es una de las EP más frecuentes de nuestro país. Entre 1990 y 2014, se notificaron un total de 16.008 casos de hipoacusia laboral, el 5% del total de las enfermedades causadas por agentes físicos durante dicho periodo. La tasa media fue de 8 y 0,23 casos por 100.000 asalariados, en hombres y mujeres, respectivamente. La notificación de esta enfermedad profesional sufrió grandes variaciones en los años estudiados. Entre los años 1990 y 2007, la notificación presentó grandes oscilaciones anuales sin mostrar una tendencia clara, con picos en 1993 y 1998.

Desde ese año hasta el 2010, el número de casos notificados se incrementó, alcanzándose la tasa máxima de notificación en 2010 (10,7 por 100.000 asalariados). Entre 2011 y 2014, la tasa volvió a descender.

A pesar de este descenso, entre 2009 y 2014 se notificaron el 50% de los casos de todo el periodo.

Cabe destacar, según se aprecia en el informe, el aumento en las tasas de notificación de hipoacusia experimentado a partir del 2009 en diversos sectores, entre los que se encuentra la “fabricación de otros productos minerales no metálicos” (concretamente la “fabricación de productos cerámicos para la construcción”, con el 50% de los casos de subdivisión), la “fabricación de vidrio y productos de vidrio”, la “fabricación de elementos de hormigón, cemento y yeso” y las actividades de “corte, tallado y acabado de la piedra”².



Ilustración 2. Estudio epidemiológico de las enfermedades profesionales en España. Fuente: Ministerio de Sanidad.

¹ Véase <https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3979&IDTIPO=11&RASTRO=c921%24m4324>

² Véase: <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/EEPEspana2.pdf>

En esta misma publicación se detallan las zonas geográficas en las que el ruido tiene mayor incidencia. Téngase en cuenta, que en la Región de Murcia esta incidencia está relacionada íntimamente con las zonas mineras más representativas como son el noroeste y el valle de Ricote, en las que la industria extractiva de rocas y áridos es más que representativa.

Ante la exposición de estos hechos, es necesario seguir reduciendo el ruido en los lugares de trabajo y dotar de herramientas y entregables que difundan, sensibilicen y fomenten la necesidad de proteger a las personas del ruido de origen laboral, y de manera más concreta en el sector de actividad de la piedra natural.

2. ÁMBITO Y DESTINATARIOS

La presente publicación va dirigida prioritariamente a trabajadores/as, servicios de prevención, directores facultativos y empresas de vinculadas a la industria de la piedra natural, talleres de rocas ornamentales y marmolerías en general, sin que esto sea obstáculo para que otras empresas de otras zonas geográficas o industrias afines, tales como los áridos o la construcción, puedan aprovechar los entregables relacionados con la presente acción solicitada.

3. OBJETIVOS

El Objetivo principal ha sido que las empresas de nuestro sector, ubicadas en la Región de Murcia, conozcan las actuaciones y procedimientos concretos de evaluación de riesgos asociados al ruido con el fin de evitar daños por estos factores de riesgo.

Nuestra prioridad ha sido fomentar y apoyar la prevención y la gestión del ruido en diversos puestos de trabajo. Consiguiéndolo mediante la identificación, estudio y divulgación sobre buenas prácticas en este sentido.

De manera más genérica, estos han sido los objetivos relacionados con el trabajo llevado a cabo:

- Dar a conocer la importante función que realiza la CARM en materia de prevención de riesgos laborales.
- Reducir de la siniestralidad vinculada al sector en forma de daños por el ruido.

- Potenciar la implantación de medidas preventivas de carácter técnico – preventivo en el centro de trabajo.
- Facilitar a empresarios, servicios de prevención, trabajadores y representantes de éstos de herramientas para conseguir mejorar las condiciones de trabajo.
- Sensibilizar a representantes de empresas y personas trabajadoras sobre los daños relacionados con el ruido.
- Velar por el cumplimiento de la normativa vigente.
- Difundir los resultados a las empresas del sector de la Región de Murcia para un aprovechamiento máximo de las conclusiones obtenidas.
- Fomentar de la mejora de las condiciones de seguridad y salud relacionadas con las condiciones de trabajo asociadas a riesgos higiénicos en el sector.

4. METODOLOGÍA

Se ha llevado a cabo un exhaustivo y pormenorizado estudio del ruido en diversos puestos de la industria de la piedra natural en los que se tiene la certeza de que se deben de fomentar e incentivar actuaciones preventivas desde un punto de vista higiénico en el ámbito del ruido.

Para el desarrollo de este estudio se han llevado a cabo las siguientes fases:

1. Identificación de los puestos y condiciones de trabajo que motivan exposiciones a ruido de impacto o continuo donde hemos obtenido un documento de trabajo interno ayudándonos a definir las estrategias de muestreo más adecuadas.
2. Evaluación de las condiciones de trabajo en puestos representativos analizándolos por medio de sonómetros y/o dosímetros considerando en todo caso el RD 286/2006 llevando a cabo un estudio de las condiciones de trabajo en varios centros de trabajo.
3. Análisis de los resultados obtenidos.
4. Propuesta de medidas concretas que pudieran mejorar las condiciones de trabajo a la vista del estudio realizado según el RD 286/2006 e intervalo medido mediante el estudio y comparación de los diversos límites establecidos en este real decreto.

5. CASOS PRÁCTICOS

En este bloque se muestran 40 casos analizados y resueltos que pueden ser de gran utilidad para valorar, por un lado, los indicadores de ruido y por otro, las medidas o actuaciones a llevar a cabo según el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

En cualquier caso, téngase en cuenta que estos valores no deben de extrapolarse en ningún caso, ya que cada evaluación de riesgos debe de realizarse por cada empresa con ayuda de su servicio de prevención.

Con carácter general, debe de tenerse en cuenta las obligaciones indicadas por el RD 286/2006 y que son las que se muestran a continuación en función del intervalo referido a $L_{Aeq,d}$ o bien L_{pico} .

Para evitar reiterar la misma tabla en cada uno de los ejercicios, se deberá, en cada caso práctico, considerar en función de los valores calculados las obligaciones o no indicadas.

OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO	$L_{Aeq,d} < 80$ dB(A) $L_{pico} < 135$ dB(C)	$L_{Aeq,d} \geq 80$ dB(A) $L_{pico} \geq 135$ dB(C)	$L_{Aeq,d} \geq 85$ dB(A) $L_{pico} \geq 137$ dB(C)	$L_{Aeq,d} \geq 87$ dB(A) $L_{pico} \geq 140$ dB(C)
	Escenario sin riesgo	Escenario de riesgo bajo	Escenario de riesgo medio	Escenario de riesgo alto
Evaluación inicial del puesto.	-	SI	SI	SI
Evaluación periódica del puesto.	-	CADA 3 AÑOS	CADA AÑO	CADA AÑO
Informar y formar a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas y de control de los resultados del control auditivo.	-	SI	SI	SI
Suministro de protectores auditivos.	-	SI	SI	SI
Obligación de usar protectores auditivos.	-	NO	SI	SI

OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO	LAeq,d < 80 dB(A) Lpico < 135 dB(C)	LAeq,d ≥ 80 dB(A) Lpico ≥ 135 dB(C)	LAeq,d ≥ 85 dB(A) Lpico ≥ 137 dB(C)	LAeq,d ≥ 87 dB(A) Lpico ≥ 140 dB(C)
	Escenario sin riesgo	Escenario de riesgo bajo	Escenario de riesgo medio	Escenario de riesgo alto
Vigilancia de la salud. Control médico inicial a los trabajadores.	-	SI	SI	SI
Vigilancia de la salud. Control médico periódico a los trabajadores.	-	MÍNIMO CADA 5 AÑOS	MÍNIMO CADA 3 AÑOS	MÍNIMO CADA 3 AÑOS
Desarrollar un programa de medidas técnicas y organizativas encaminadas a reducir el nivel de ruido.	-	-	SI	SI
Señalizar la obligación de usar protectores auditivos.	-	-	SI	SI
Delimitar los puestos de trabajo y restringir el acceso.	-	-	SI	SI
Registrar y archivar resultados de evaluaciones técnicas y controles médicos.	-	SI	SI	SI

En todo caso, se deberá revisar la evaluación correspondiente a aquellos puestos de trabajo afectados cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o se haya apreciado a través de los controles periódicos, incluidos los relativos a la vigilancia de la salud, que las actividades de prevención pueden ser inadecuadas o insuficientes. Para ello se tendrán en cuenta los resultados de:

- La investigación sobre las causas de los daños para la salud que se hayan producido.
- Las actividades para la reducción de los riesgos entre las que se encuentran las destinadas a eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual, o de formación e información a los trabajadores.

c) Las actividades para el control de los riesgos tales como el control periódico de las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

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

Sin perjuicio de lo señalado en el apartado anterior, deberá revisarse igualmente la evaluación inicial con la periodicidad que se acuerde entre la empresa y los representantes de los trabajadores, teniendo en cuenta, en particular, el deterioro por el transcurso del tiempo de los elementos que integran el proceso productivo.

Respecto a la atenuación de la protección auditiva, debe de tenerse en cuenta los niveles de atenuación, debiendo, en cualquier caso, encontrarse en el intervalo entre 65 y 80 dB(A). Para una protección eficaz, se recomienda seguir lo indicado en la tabla siguiente.

Nivel de ruido atenuado	>80	80-75	75-70	70-65	<65
Valoración	Insuficiente	Aceptable	Apropiada	Aceptable	Sobreprotección

Los niveles dB corresponden al nivel sonoro dentro del oído con los protectores puestos, para su cálculo se utiliza la fórmula de estimación de la atenuación efectiva PNR.



CASO PRÁCTICO Nº 1

En una cortabloques se realiza un estudio de ruido en bandas de octava en dB(A) con el fin de determinar el nivel de presión sonora global y poder determinar cuáles son las frecuencias que más incidencia tienen en la distribución de frecuencias.

$f_c(\text{Hz})$	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{Aeq,f}(\text{dB})$	84	86	88	87	90	92	93	85

Determinar:

- Nivel de presión sonora.
- Teniendo en cuenta que el trabajador está expuesto 8 horas de su jornada laboral, obtener $L_{Aeq,d}$ e indicar cuales son las medidas a considerar en función de esta.

Fórmulas que emplear:

$$L_{pA,Total} = 10 \log \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pA,n}}{10}} \qquad L_{Aeq,d} = L_{pA,Total} + 10 \lg \frac{T}{8}$$

Resultados:

- Nivel de presión sonora

$$\begin{aligned} L_{pA,Total} &= 10 \log \left(10^{\frac{84}{10}} + 10^{\frac{86}{10}} + 10^{\frac{88}{10}} + 10^{\frac{87}{10}} + 10^{\frac{90}{10}} + 10^{\frac{92}{10}} + 10^{\frac{93}{10}} + 10^{\frac{85}{10}} \right) \\ &= 98,25 \text{dB(A)} \end{aligned}$$

- Teniendo en cuenta que el trabajador está expuesto 8 horas de su jornada laboral, se obtiene $L_{Aeq,d}$ y se indican cuáles son las medidas a considerar en función de este valor.

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{8} = 98,25 + 10 \lg \frac{8}{8} = 98,25 \text{ dB(A)}$$

Las medidas a considerar son las incluidas en el intervalo $> 87\text{dB(A)}$ del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 2

Se quiere conocer el nivel de presión sonora que emite una perforadora de banco que genera 9,5 Pascales (P_A) de presión acústica.

Determinar:

- a) Nivel de presión sonora sabiendo que $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pascales.
- b) Teniendo en cuenta que el trabajador está expuesto 8 horas de su jornada laboral, obtener $L_{Aeq,d}$ e indicar cuales son las medidas a considerar en función de esta.

Fórmulas que emplear:

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

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

Resultados:

- a) Nivel de presión sonora sabiendo que $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pascales

$$L_{pA} = 10 \log \left(\frac{9,5}{2 \cdot 10^{-5}} \right)^2 = 113,53 dB(A)$$

- b) Teniendo en cuenta que el trabajador está expuesto 8 horas de su jornada laboral, obtenemos $L_{Aeq,d}$.

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{8} = 113,53 + 10 \lg \frac{8}{8} = 113,53 dB(A)$$

Las medidas a considerar son las incluidas en el intervalo $> 87 dB(A)$ del RD 286/2006, identificadas como escenario de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 3

Un operario de corte de tablas, por medio de una máquina tipo disco puente en una marmolería, efectúa tareas de corte ortogonales y en ángulo durante 5,5 horas al día, el resto de tiempo lo emplea para seleccionar tablas, manejar el puente grúa, tomar medidas y ajustar los parámetros de la máquina, por lo que en estas tareas podemos considerar despreciable el ruido ya que trabajo solo en la nave.

Durante esas 5,5 horas se genera un nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado en dB(A) de 90,5 de $L_{Aeq,T}$

La empresa decide emplear un disco de corte de bajo ruido que genera un nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado en dB(A) de 86,1 de $L_{Aeq,T}$

Determinar:

a) Nivel de exposición diario usando cada uno de los discos.

Fórmula que emplear:

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

Resultados:

Disco 1 (90,5 dB(A)):

$$L_{Aeq,d} = 90,5 + 10 \log \left(\frac{5,5}{8} \right) = 88,87 \text{ dB(A)}$$

Disco 2 (86,1 dB(A)):

$$L_{Aeq,d} = 86,1 + 10 \log \left(\frac{5,5}{8} \right) = 84,47 \text{ dB(A)}$$

Las medidas a considerar en función de los $L_{Aeq,d}$ obtenidos son las siguientes. En el disco de 90,5 dB(A) se supera el nivel de 87dB(A), en el caso del disco de 86,1 dB(A) nos quedamos en el intervalo de 85-87 dB(A), por lo que es conveniente cambiar al disco de bajo ruido.

$$\text{Disco 1: } 88,87 \text{ dB(A)} > 87 \text{ dB(A)} \quad \text{Disco 2: } 86,1 \text{ dB(A)} \rightarrow [85 - 87] \text{ dB(A)}$$

Las medidas a considerar en el disco 1 son las incluidas en el intervalo $> 87 \text{ dB(A)}$, y en caso del disco 2 las incluidas en el intervalo $[85 - 87] \text{ dB(A)}$ del RD 286/2006, identificadas como escenario de riesgo alto y riesgo medio respectivamente.

CASO PRÁCTICO Nº 4

Un marmolista utiliza diversas máquinas para realizar encimeras de cocina, en la tabla siguiente se muestran las tareas, los niveles $L_{Aeq,T}$ de ruido y la duración habitual para cada una de las tareas.

Máquina	Duración	$L_{Aeq,T}$
Mesa de corte (torpedo)	2 h	87,9
Pulidora	30 min	80,7
Radial	3,5 horas	88,5

Determinar:

- Nivel de exposición diario $L_{Aeq,d}$
- Medidas a considerar en función de los $L_{Aeq,d}$ obtenidos

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \frac{1}{8} \sum_{n=1}^N T_N \cdot 10^{0,1L_{Aeq,T,n}}$$

Resultados:

- Nivel de exposición diario $L_{Aeq,d}$.

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \frac{1}{8} \left(2 \cdot 10^{\frac{87,9}{10}} + 0,5 \cdot 10^{\frac{88,7}{10}} + 3,5 \cdot 10^{\frac{88,5}{10}} \right) = 86,73 \text{ dB(A)}$$

- Medidas a considerar en función de los $L_{Aeq,d}$ obtenidos.

Se requiere considerar las medidas incluidas en el intervalo [85 – 87] dB(A) del RD 286/2006, identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 5

En un puesto de perforación de cantera existen diversas fuentes de ruido que pueden exponer a un trabajador a una situación de riesgo.

Se quiere evaluar el nivel de presión acústica resultante en un puesto en el que influyen los siguientes equipos y que están funcionando durante 8 horas:

MÁQUINA	L _{p,n}
Martillo neumático	92 dB(A)
Compresor	82 dB(A)
Grupo electrógeno	78 dB(A)

Determinar:

- a) La suma de niveles de presión acústica
- b) Medidas a considerar en función del L_{pA,Total} obtenido

Fórmula que emplear:

$$L_{pA,Total} = 10 \log \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,n}}{10}}$$

Resultados:

- a) La suma de niveles de presión acústica

$$L_{pA,Total} = 10 \log \left(10^{\frac{92}{10}} + 10^{\frac{82}{10}} + 10^{\frac{78}{10}} \right) = 92,57 \text{ dB(A)}$$

- b) Medidas a considerar en función del L_{pA,Total} obtenido

Las medidas a considerar son las incluidas en el intervalo > 87dB(A) del RD 286/2006, identificadas como escenario de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 6

Debido a la incidencia que ruido el ruido está teniendo en una marmolería, se está planteando como una de las medidas trasladar un banco de trabajo a una nave anexa, por lo que se desea saber la incidencia que tendría en el ruido global.

En este sentido, se parte de un nivel de ruido continuo, en condiciones habituales, de 88,9 dB(A) y se quiere saber la influencia que tendría eliminar de la nave un puesto que tiene un valor de 85,6 dB(A).

Determinar:

- a) Calcular el nivel de ruido resultante en la nave según el escenario indicado
- b) Medidas a considerar en función del $L_{pA,resta}$ obtenido

Fórmula que emplear:

$$L_{pA,resta} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{pA.Total}}{10}} - 10^{\frac{L_{pA.Fondo}}{10}} \right)$$

Resultados:

- a) Calcular el nivel de ruido resultante en la nave según el escenario indicado

$$L_{pA,resta} = 10 \log \left(10^{\frac{88,9}{10}} - 10^{\frac{85,6}{10}} \right) = 86,16 \text{ dB(A)}$$

- b) Medidas a considerar en función del $L_{pA,resta}$ obtenido.

Las medidas a considerar son las incluidas en el intervalo 85-87dB(A) del RD 286/2006, identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 7

Se realizan varias mediciones de nivel de presión sonora en un carretillero que se dedica a cargar camiones en el exterior de una planta de beneficio de rocas ornamentales.

Los resultados de las mediciones de los niveles de presión acústica continuos equivalentes en dB(A) han sido los siguientes: 84,3 dB(A), 85,6 dB(A), 84,1 dB(A) y 86,6 dB(A).

Determinar:

- Calcula el nivel de ruido promedio de estos niveles de ruido obtenidos.
- Medidas a considerar en función del $L_{Aeq,T}$ obtenido considerando un tiempo de exposición de 8 horas.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,T,n}}{10}} \right]$$

Resultados:

- Calcula el nivel de ruido promedio de estos niveles de ruido obtenidos.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{4} \cdot \left(10^{\frac{84,3}{10}} + 10^{\frac{85,6}{10}} + 10^{\frac{84,1}{10}} + 10^{\frac{86,6}{10}} \right) \right] = 85,27 \text{ dB(A)}$$

- Medidas a considerar en función del $L_{Aeq,T}$ obtenido considerando un tiempo de exposición de 8 horas.

Se requiere considerar las medidas incluidas en el intervalo [85 – 87] dB(A) del RD 286/2006, identificadas como escenario de riesgo medio, ya que al tener un tiempo de exposición de 8 horas $L_{Aeq,T} = L_{Aeq,d}$.

CASO PRÁCTICO Nº 8

Un operario de hilo diamantado está expuesto a 82,3 dB(A) durante 7 horas. Se plantea la posibilidad de que parte de su jornada la pueda desarrollar como operador de báscula pesando camiones, estando este puesto exento de ruido.

Determinar:

- a) Calcula el tiempo máximo que tendría que trabajar como operador de hilo diamantado para que su nivel de ruido de exposición diaria sea de 79 dB(A).

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left(\frac{T}{8} \right)$$

Resultados:

- a) Calcula el tiempo máximo que tendría que trabajar como operador de hilo diamantado para que su nivel de ruido de exposición diaria sea de 79 dB(A).

1) $L_{Aeq,d} = 82,3, dB(A)$

$$82,3 = L_{Aeq,T} + 10 \log \left(\frac{7}{8} \right)$$

$$L_{Aeq,T} = 82,3 - 10 \log \left(\frac{7}{8} \right) = 82,88 dB(A)$$

- 2) Sustituir $L_{Aeq,T}$ en la fórmula y despejar t considerando 79 dB(A)

$$79 = 82,88 + 10 \cdot \log \left(\frac{T}{8} \right) = \frac{79-82,88}{10} = \log \frac{T}{8}$$

$$e^{\frac{79-82,88}{10}} = \frac{t}{8} \left[t = 8 \cdot e^{\frac{79-82,88}{10}} = 5,43h \right]$$

En este caso, para no superar los 79 dB(A) de nivel diario equivalente, el operador de hilo no debería de trabajar más de 5,43h en este puesto para poder tratar el puesto de trabajo como escenario de exposición sin riesgo.

CASO PRÁCTICO Nº 9

Un operario de una retroexcavadora se queja de molestias auditivas y la empresa ha encargado a su servicio de prevención un estudio sobre los protectores auditivos empleados (3M modelo 1450).

frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
m_f	11,4	11,1	18,1	25,1	27,0	28,6	38,6	40,2
S_f	3,7	3,2	3,3	3,1	2,3	2,4	2,6	3,3
APV_f	7,7	7,8	14,8	22,0	24,7	26,2	36,0	36,9

SNR=26 dB

H=29 M=23 L=15

De las mediciones obtenidas en bandas de octava se obtienen los siguientes resultados:

f_c (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{Aeq,f}$ (dB)	90	90	89	90	95	97	89	90

Determinar:

- El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario.
- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Fórmula que emplear:

$$L'_{Aeq} = 10 \log \sum_{f=63}^{8000} 10^{0,1 \left(L_{Aeq,f} - APV_f \right)}$$

Resultados:

a) El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario.

$$L'_{Aeq} = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{82,3}{10}} + 10^{\frac{82,2}{10}} + 10^{\frac{74,2}{10}} + 10^{\frac{68}{10}} + 10^{\frac{70,3}{10}} + 10^{\frac{70,8}{10}} + 10^{\frac{53}{10}} + 10^{\frac{53,1}{10}} \right) \\ = 85,98 \text{ dB(A)}$$

b) Evaluar la eficacia del protector auditivo.

El nivel que llega al operario es de $85,98 \text{ dB(A)} - 26 \text{ dB} = 59,98 \text{ dB(A)}$

Protección fuera del intervalo 65 – 80, por lo que estaríamos ante una protección ineficaz por sobreprotección, se deberá de usar otro con menor atenuación y valorar su idoneidad, en cualquier caso, la atenuación auditiva no reduce las obligaciones de la empresa ante un nivel de exposición de 85,98 dB(A), este valor nos pone ante un escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 10

Se desea evaluar la atenuación en HML de un protector auditivo (3M modelo 1450) que está siendo llevado por un palista en su trabajo habitual.

frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
m_f	11,4	11,1	18,1	25,1	27,0	28,6	38,6	40,2
S_f	3,7	3,2	3,3	3,1	2,3	2,4	2,6	3,3
A_{PVf}	7,7	7,8	14,8	22,0	24,7	26,2	36,0	36,9

SNR = 26 dB

H=29 M=23 L=15

Las mediciones efectuadas aportan los siguientes valores relativos a los niveles de presión acústica continuos ponderados: $L_{Aeq,T} = 90\text{dB(A)}$ y $L_{Ceq,T} = 92,7\text{dB(A)}$

Determinar:

- El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario.
- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Fórmulas que emplear:

$$PNR_1 = M - \frac{(H-M)(L_{Ceq}-L_{Aeq}-2)}{4} \quad \text{para } (L_{Ceq} - L_{Aeq}) \leq 2\text{dB}$$

$$PNR_2 = M - \frac{(M-L)(L_{Ceq}-L_{Aeq}-2)}{8} \quad \text{para } (L_{Ceq} - L_{Aeq}) > 2\text{dB}$$

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - PNR_{(1-2)}$$

Resultados:

- El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario.

$$L_{Ceq} - L_{Aeq} = 92,7 - 90 = 2,7\text{dB} \rightarrow PNR_2$$

$$PNR = 23 - \frac{(23 - 15) \times (92,7 - 90 - 2)}{8} = 22,3 \text{ dB}$$

$$L'_{Aeq} = 90 - 22,3 = 67,7 \text{ dB(A)}$$

b) Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Al encontrarse L'_{Aeq} en el intervalo de 65 a 80 dB(A) concluimos que es una protección eficaz, con un grado de aceptable. En cualquier caso, la protección auditiva no debe de ser la única medida a implantar.

CASO PRÁCTICO Nº 11

En una línea de pulido y enmasillado de tablas se obtiene de una medición de ruido efectuada un nivel de presión acústica continuo equivalente diario $L_{Aeq,d}$ de 89,5 dB(A).

El técnico de prevención desea conocer el nivel de presión sonora que llega al oído del trabajador usando un protector auditivo (3M modelo 1450) que tiene las siguientes características:

frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
m_f	11,4	11,1	18,1	25,1	27,0	28,6	38,6	40,2
S_f	3,7	3,2	3,3	3,1	2,3	2,4	2,6	3,3
A_{pvf}	7,7	7,8	14,8	22,0	24,7	26,2	36,0	36,9

SNR=26 dB

H=29 M=23 L=15

Determinar:

- El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario empleando el método HML simplificado suponiendo que el tipo de ruido que predomina se encuentra en frecuencias bajas.
- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Fórmulas que emplear:

- Ruido con la mayoría de la energía distribuida en el intervalo de las frecuencias medias o altas: $L'_{Aeq,d} = L_{Aeq,d} - M$
- Ruido con la mayoría de la energía distribuida en el intervalo de las frecuencias bajas: $L'_{Aeq,d} = L_{Aeq,d} - L$

Resultados:

- a) El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario empleando el método HML simplificado suponiendo que el tipo de ruido que predomina se encuentra en frecuencias bajas.

$$L'_{Aeq,d} = L_{Aeq,d} - L = 89,5 - 15 = 75,5 \text{ dB(A)}$$

- b) Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Al encontrarse L'_{Aeq} en el intervalo de 65 a 80 dB(A) concluimos que es una protección aceptable, a pesar de esto, el nivel de ruido $L_{Aeq,d}$ está por encima de 87 dB(A), lo cual exige las obligaciones a la empresa de un escenario de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 12

En una nave de cortabloques se obtiene de una medición personal de ruido efectuada un nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado $L_{Ceq,d}$ de 98,2 dB(A).

El técnico de prevención desea conocer el nivel de presión sonora que llega al oído del trabajador usando un protector auditivo (3M modelo 1450) que tiene un SNR de 26 dB.

Determinar:

- El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario empleando el método SNR.
- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Fórmula que emplear:

$$L'_{Aeq,d} = L_{Ceq,d} - SNR$$

Resultados:

- El nivel de presión sonora ponderado a dB(A) al que está sometido el operario empleando el método SNR.

$$L'_{Aeq,d} = 98,2 - 26 = 72,2 \text{ dB(A)}$$

- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Al encontrarse $L'_{Aeq,d}$ en el intervalo de 70 a 75 dB(A) concluimos que es una protección apropiada, a pesar de esto, el nivel de ruido $L_{Aeq,d}$ está muy por encima de 87 dB(A), lo cual exige las obligaciones a la empresa de un escenario de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 13

Un operador de torreta multiperforadora en cantera está expuesto a un nivel de exposición diario equivalente $L_{Ceq,d}$ de 93,6 dB(C) durante toda su jornada laboral de 8 horas.

Este puesto de trabajo emplea un protector auditivo (3M modelo 1450) que tiene un SNR de 26 dB.

Determinar:

- a) Determinar por medio del método SNR el ruido que soporta el oído del trabajador expuesto empleando el protector indicado.
- b) Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Fórmula que emplear:

$$L'_{Aeq,d} = L_{Ceq,d} - SNR$$

Resultados:

- a) Determinar por medio del método SNR el ruido que soporta el oído del trabajador expuesto empleando el protector indicado.

$$L'_{Aeq,d} = 93,6 - 26 = 67,6 \text{ dB(A)}$$

- b) Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Al encontrarse $L'_{Aeq,d}$ en el intervalo de 65 a 70 dB(A) concluimos que es una protección aceptable.

CASO PRÁCTICO Nº 14

Se ha observado que los operadores que manejan una máquina de corte perpendicular de bandas de piedra, del tipo encabezadora, están expuestos a altos niveles de pico debido al vertido de recortes de piedra desechados, tras el corte, en un contenedor metálico.

Se ha procedido a medir la exposición y el equipo de medida ha indicado un valor de 138,6 dB(C) y se ha determinado que las frecuencias son del tipo 2 (medias y altas). Este puesto de trabajo emplea un protector auditivo (3M modelo 1450) que tiene las siguientes características:

SNR=26 dB

H=29 M=23 L=15

Determinar:

- Determinar el nivel de pico que llega al oído del trabajador.
- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Fórmula que emplear:

VALORES DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA PONDERADA	
Tipo de ruido de impacto	Atenuación del nivel auditivo frente al nivel de pico, d_m *
Tipo 1 (frecuencias bajas)	L-5
Tipo 2 (frecuencias medias y altas)	M-5
Tipo 3 (frecuencias altas)	H
<i>Los valores H, M, L se obtienen de los datos de atenuación suministrados por el fabricante</i>	

$$L'_{pico} = L_{pico} - d_m$$

Resultados:

- Determinar el nivel de pico que llega al oído del trabajador.

$$L'_{pico} = L_{pico} - (M - 5) \rightarrow L'_{pico} = 138,6 - (23 - 5) = 110,6 \text{ dB(C)}$$

- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Al encontrarse L'_{pico} en el intervalo $< 135 \text{ dB(C)}$ concluimos que es una protección eficaz, pero nos encontramos en un escenario de riesgo medio, ya que la protección auditiva no reduce las obligaciones en materia preventiva.

CASO PRÁCTICO Nº 15

Un operario de marmolería está expuesto a un nivel de ruido de 86,8 dB(A) y se ha observado que de media se quita los protectores auditivos una vez cada hora durante unos 5 minutos para tratar con el encargado los pedidos que van entrando.

Se sabe que el protector auditivo tiene una atenuación SNR de 26 dB y que está expuesto 7 horas.

Determinar:

- El nivel de presión sonora efectivo ponderado a dB(A) que llega al trabajador en las circunstancias indicadas sabiendo que está expuesto a 93,9dB(C).
- Evaluar la eficacia del protector auditivo.

Fórmulas que emplear:

$$L'_{Aeq,d} = L_{Ceq,d} - SNR \quad PNR = M - \frac{(M-L) \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2)}{8}$$

$$L'_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \left[(T_{EPI} \cdot 10^{0,1 L_{Aeq} T_{EPI}} + (T - T_{EPI}) \cdot 10^{0,1 L_{Aeq} T - T_{EPI}}) \right]$$

Resultados:

- El nivel de presión sonora efectivo ponderado a dB(A) que llega al trabajador en las circunstancias indicadas sabiendo que está expuesto a 93,9dB(C).

Cálculo de la diferencia entre los niveles (1) y (C)

$$L_{Ceq} - L_{Aeq} = 93,9 - 86,8 = 7,1$$

$$\text{Si } L_{Ceq} - L_{Aeq} > 2 \rightarrow PNR = M - \frac{(M-L) \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2)}{8}$$

$$PNR = 23 - \frac{(23-15) \cdot (93,9-86,8-2)}{8} = 17,9 \text{ dB}$$

$$L_{Aeq} = 86,8 - 17,9 = 68,9 \text{ dB(A)}$$

Tiempo de exposición 7 horas = 420 minutos.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{420} \left[\left(385 \cdot 10^{\frac{68,9}{10}} \right) + \left(35 \cdot 10^{\frac{86,8}{10}} \right) \right] = 76,72 \text{ dB(A)}$$

b) Evaluar la eficacia del protector auditivo.

$L_{Aeq,T} < 80 \rightarrow [65 - 80]$ Eficacia aceptable puesto que se encuentra en un valor inferior a la exposición que da lugar a una acción.

CASO PRÁCTICO Nº 16

Un encargado de cantera ha sido operado de un corte que se produjo en la oreja (pabellón auditivo) y el empleo de protección auditiva le genera molestias añadidas. Por este motivo justificado, se desea conocer cuánto tiempo puede permanecer sin protección sin superar el nivel inferior de exposición que da lugar a una acción (según el RD 286/2006 $\rightarrow L_{Aeq,d} = 80\text{dB(A)}$).

Se sabe que el nivel de presión acústica continua equivalente $L_{Aeq,T}$ obtenido en una medición de su puesto es de $84,1\text{dB(A)}$.

Determinar:

a) Tiempo máximo de exposición sin superar los 80dB(A) de exposición.

Fórmula que emplear:

$$T_{\text{máximo de exposición}} = 8 \cdot 10^{\frac{\text{Nivel que no desea superar} - L_{Aeq,T}}{10}}$$

Resultados:

a) Tiempo máximo de exposición sin superar los 80dB(A) de exposición.

$$T_{\text{máximo de exposición}} = 8 \cdot 10^{\frac{80 - 84,1}{10}} = 3,11 \text{ horas.}$$

CASO PRÁCTICO Nº 17

El puesto de trabajo de un montador de cocinas se encuentra situada junto a un compresor que alimenta diversa herramienta de mano con nivel de presión acústica de 89dB(A) y un equipo de extracción localizada con un nivel de presión acústica de 85dB(A).

Determinar:

- a) El nivel de presión acústica en Pascales de cada equipo.
- b) El nivel de presión acústica total en Pascales.

Fórmula que emplear:

$$P_o = 2 \times 10^{-5} P_a$$

Resultados:

- a) El nivel de presión acústica en Pascales de cada equipo.

$$L_{pi} = 10 \cdot \log \frac{P_i^2}{P_o^2}$$

tenemos que calcular los P_i correspondientes a ambas máquinas.

Despejamos R

$$\frac{L_{pi}}{10} = \log \frac{P_i^2}{P_o^2} = 10^{\frac{L_{pi}}{10}} = \frac{P_i^2}{P_o^2} = P_i^2 \cdot P_o^{-2} \cdot 10^{\frac{L_{pi}}{10}}$$

$$P_i = \sqrt{P_o^2 \cdot 10^{\frac{L_{pi}}{10}}}; P_o = 2 \times 10^5; L_{pi} [89 - 85] \text{ dB(A)}$$

a. 1) Compresor.

$$P_{i_{comp}} = \sqrt{(2 \cdot 10^5)^2 \cdot 10^{89/10}} = 0,56 P_a$$

a.2) Equipo de extracción

$$P_{i_{ext}} = \sqrt{(2 \cdot 10^5)^2 \cdot 10^{85/10}} = 0,36 P_a$$

- b) El nivel de presión acústica total en Pascales.

$$\text{Presión total } P_t^2 = P_{i_{comp}}^2 + P_{i_{ext}}^2$$

$$P_t = \sqrt{0,56^2 + 0,36^2} = 0,67 P_a$$

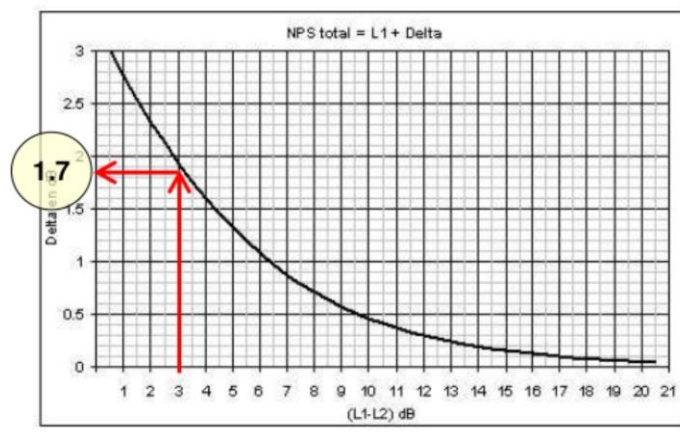
CASO PRÁCTICO Nº 18

En un puesto de trabajo de mantenimiento se sabe que las diversas máquinas que hay en el taller emiten un nivel sonoro en dB(A) de 81, 79, 66 y 84.

Determinar:

- La suma de estos niveles sonoros por el método gráfico y por el método analítico.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Gráfica y fórmula para emplear:



$$L_p = 10 \log \left(\sum 10^{L_{pi}/10} \right)$$

Resultados:

a.1) Ordenar de mayor a menor y sumamos por grupos, para suma al valor mayor el incremento generado.

$$66 - 79 - 81 - 84$$

$$L_{pl} - L_{pi} = 66 - 79 = 13 \rightarrow 0dB$$

$$81 - 79 = 2 \rightarrow 2,2 dB$$

$$81 + 2,2 = 83,2$$

$$84 - 83,2 = 2,8 \leftarrow \text{incremento total generado}$$

$$\sum = 84 + 2,8 = 86,8 dB(A)$$

a.2) Analíticamente

$$L_p = 10 \log \left(\sum 10^{L_{pi}/10} \right)$$

$$L_p = 10 \log \left(10^{66/10} + 10^{79/10} + 10^{81/10} + 10^{84/10} \right) = 86,6 \text{ dB (A)}$$

b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Ambos valores calculados, muy próximos entre sí, nos indican que estamos en el intervalo 85-87, por lo que nos encontramos en un escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 19

En una industria de corte de bloques se va a instalar un nuevo telar además de los que ya hay en una nave. El fabricante aporta un nivel de presión sonora, obtenida mediante ensayo, de 85,5 dB(A).

Este nuevo telar se va a instalar junto a otros; tras un estudio realizado se sabe que el ruido ya existente es de 86,3dB(A).

Determinar:

- Evaluar el nivel de ruido que habría finalmente en el taller considerando el nivel de ruido ya existente y el que va a añadir la nueva máquina.
- Si no se desea sobrepasar el nivel de 87dB(A) cual debería de ser el nivel de presión acústica en la nave.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido con el nuevo telar.

Fórmula que emplear:

$$L_{pt} = 10 \log \left(\sum 10^{L_{pi}/10} \right)$$

Resultados:

- Evaluar el nivel de ruido que habría finalmente en el taller considerando el nivel de ruido ya existente y el que va a añadir la nueva máquina.

$$L_{pt} = 10 \log \left(10^{86,3/10} + 10^{85,5/10} \right) = 88,93 \text{ dB(A)}$$

- Si no se desea sobrepasar el nivel de 87dB(A) cual debería de ser el nivel de presión acústica en la nave.

$$87 = 10 \cdot \log \left(10^{L_{pnave}/10} + 10^{85,5/10} \right)$$

$$\frac{87}{10} = \log \left(10^{L_{pnave}/10} + 10^{85,5/10} \right)$$

$$10^{87/10} = 10^{L_{pnave}/10} + 10^{85,5/10}$$

$$10^{Lp_{nave}/10} = 10^{87/10} - 10^{85,5/10} = 146373844,4$$

$$\frac{Lp_{nave}}{10} = \log 146373844,4$$

$$Lp_{nave} = 10 \cdot 8,17 \rightarrow 81,7 \text{ dB(A)}$$

$$81,7 \text{ dB(A)} \text{ comprendido entre } [80 - 85]$$

c) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido con el nuevo telar.

Se requiere considerar las medidas incluidas en el escenario $> 87 \text{ dB(A)}$ del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo alto, por lo que pasaríamos de un intervalo de riesgo medio a uno superior al instalar un nuevo telar.

CASO PRÁCTICO Nº 20

Un operario de cantera es el encargado de manejar diversas máquinas de corte por hilo diamantado a lo largo de su jornada laboral. Durante esta se le ha colocado un dosímetro y este aporta al final de la medición una lectura del 220% para 8 horas.

Determinar:

- a) El nivel de exposición diario equivalente de ruido.
- b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmulas que emplear:

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \log \left(\frac{\% D}{100} \right)$$

Resultados:

- a) El nivel de exposición diario equivalente de ruido.

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \log \frac{250}{100} = 90,98 \text{ dB(A)}$$

- b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere considerar las medidas incluidas en el escenario $> 87 \text{ dB(A)}$ del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 21

Se procede a determinar la dosis de ruido al que está sometido un operario de mantenimiento en un taller. Durante 4 horas se le ha colocado un dosímetro y este aporta al final de la medición una lectura del 35% de la dosis máxima permitida.

Determinar:

- El nivel de exposición diario equivalente de ruido sabiendo que su jornada laboral es de 10 horas.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmulas que emplear:

$$D \% = d \% \cdot \frac{T_{expo}}{t_{medida}}$$

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

Resultados:

- El nivel de exposición diario equivalente de ruido sabiendo que su jornada laboral es de 10 horas.

$$D \% = d \% \cdot \frac{T_{expo}}{t_{medida}}; T_{expo} = 10h; t_{medida} = 4h$$

$$D \% = 35 \cdot \frac{10}{4} = 35 \cdot 2,5 = 87,5 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \log \frac{\% D}{100} = 87 + 10 \cdot \log \frac{87,5}{100} = 86,42 \text{ dB(A)}$$

- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere considerar las medidas incluidas en el escenario 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 22

Se ha realizado un estudio de ruido durante 4 horas a un operario de retroexcavadora mientras realizaba su trabajo habitual de romper bolos de piedra por medio de un martillo neumático, llamado también pica-pica, acoplado al brazo articulado.

El sonómetro integrador utilizado a reflejado un nivel de presión acústica equivalente ponderado en dB(A) de 87 dB(A).

Determinar:

- a) El nivel de exposición diario equivalente de ruido.
- b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

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

Resultados:

- a) El nivel de exposición diario equivalente de ruido.

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

$$87 + 10 \cdot \log \frac{4}{8} = 83,9 \text{ dB(A)}$$

- b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere considerar las medidas incluidas en el escenario 80 - 85 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo bajo.

CASO PRÁCTICO Nº 23

En una marmolería se ha procedido a realizar una medición de ruido considerando los tiempos y tareas que desarrolla habitualmente un empleado. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Tarea	% tiempo de una jornada de 8h	$L_{Aeq,T}$ en dB(A)
1. Manipulación de tablas	10	70
2. Corte con discopuente	25	82
3. Pulido con máquina pulecantos	10	78
4. Recorte de poza con radial	15	89
5. Pulido de poza	5	85
6. Pegado de piezas	10	70
7. Replanteo de cortes con la ayuda de plantillas	25	70

Determinar:

- El nivel de exposición diario equivalente de ruido.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{T}{8} \cdot \sum t_i \cdot 10^{L_{Aeq,t}/10}$$

Resultados:

a) El nivel de exposición diario equivalente de ruido.

1º Calculamos los tiempos en minutos para cada tarea. 8 horas → 480 minutos

Tarea	% 8 horas	minutos	$L_{Aeq,t}$ dB(A)
1	10	48	70
2	25	120	82
3	10	48	78
4	15	72	89
5	5	24	85
6	10	48	70
7	25	120	70
$\Sigma = 100 \text{ minutos}$		$\Sigma 480 \text{ minutos}$	

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{T}{8} \cdot \sum t_i \cdot 10^{L_{Aeq,t}/10} =$$

$$= 10 \cdot \log \frac{1}{480} \cdot \left[\begin{aligned} &(48 \cdot 10^{70/10}) + (120 \cdot 10^{82/10}) + (48 \cdot 10^{78/10}) + \\ &(72 \cdot 10^{89/10}) + (24 \cdot 10^{85/10}) + (48 \cdot 10^{70/10}) + (120 \cdot 10^{70/10}) \end{aligned} \right] =$$

$$82,68 \text{ dB(A)}$$

b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere considerar las medidas incluidas en el escenario 80 - 85 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo bajo.

CASO PRÁCTICO Nº 24

Un operador de una nave industrial de acabados de piedra natural emplea un CNC y diversos equipos de trabajo.

El técnico del servicio de prevención toma diversas medidas a lo largo de la jornada laboral obteniendo los siguientes valores: 83,6; 85,4; 85,1 y 86,3.

Determinar:

- a) Si el ruido es estable.
- b) Nivel de exposición diario equivalente si trabaja 7, 8 o 9 horas en estas condiciones,
- c) Medidas a considerar en función de los diversos niveles de ruido obtenidos.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,T,n}}{10}} \right] \quad L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \cdot \log \frac{t_{exp}}{8}$$

Resultados:

- a) Si el ruido es estable.

Es un ruido estable ya que $< 5dB$ la diferencia entre el mayor y el menor.

$$86,3 - 83,6 = 2,7 < 5. \text{ Estable según UNE 60651:1996}$$

- b) Nivel de exposición diario equivalente si trabaja 7, 8 o 9 horas en estas condiciones.

Calculamos el valor con $L_{Aeq,t}$ con $N = 4$ valores

$$b.1) L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{4} \left(10^{83,6/10} + 10^{85,4/10} + 10^{85,1/10} + 10^{86,3/10} \right) \right) = 85,20 \text{ dB(A)}$$

b.2) Calculamos $L_{Aeq,d}$ para cada nivel de exposición

$$7 \text{ horas} \rightarrow L_{Aeq,d} = 85,20 + 10 \cdot \log \frac{7}{8} = 84,62 \text{ dB(A)}$$

$$8 \text{ horas} \rightarrow L_{Aeq,d} = 85,20 + 10 \cdot \log \frac{8}{8} = 85,20 \text{ dB(A)}$$

$$9 \text{ horas} \rightarrow L_{Aeq,d} = 85,20 + 10 \cdot \log \frac{9}{8} = 85,72 \text{ dB(A)}$$

c) Medidas a considerar en función de los diversos niveles de ruido obtenidos.

Para las 7 horas de exposición se requiere considerar las medidas incluidas en el escenario 80 - 85 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo bajo, aunque por su cercanía al valor de 85 dB(A) se sugiere incluir todas las jornadas en riesgo medio.

Para las 8 o 9 horas de exposición se requiere considerar las medidas incluidas en el escenario 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 25

En una cantera se está planteando juntar o separar puestos de trabajo que están emitiendo ruido. Nos encontramos con:

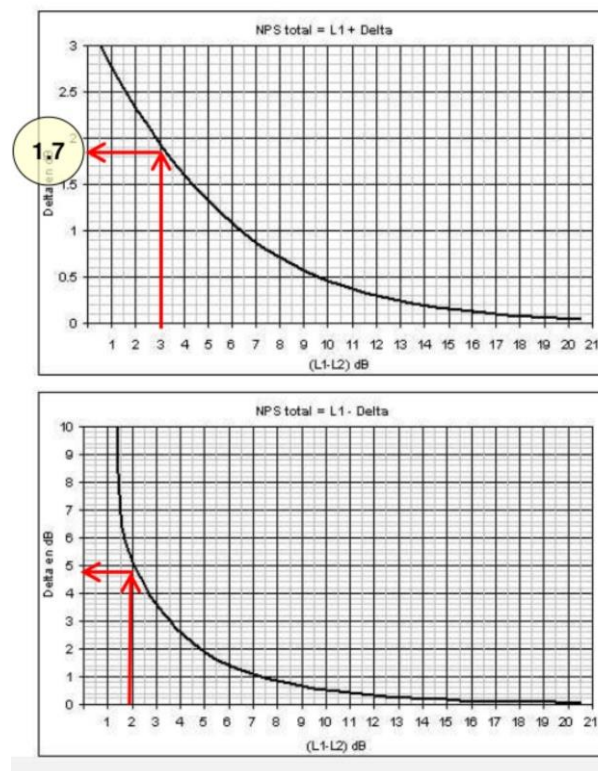
Zona 1. Tenemos a un palista sometido a un ruido de 82 dB(A) y un maquinista de retroexcavadora expuesto a 85 dB(A).

Zona 2. Por otro lado, el operario de hilo diamantado se encuentra a 85dB(A) y cuando trabaja junto a otro operario de hilo se encuentra a 86,7dB(A).

Determinar:

- Sumar los puestos de trabajo de la zona 1 por el método gráfico.
- Restar los puestos de trabajo de la zona 2 por el método gráfico.
- Analiza la situación y toma las medidas oportunas.

Gráficas para emplear:



Resultados:

- a) Sumar los puestos de trabajo de la zona 1 por el método gráfico.

$$85 - 82 = 3 \rightarrow \text{gráfico equivalente} \rightarrow 1,7$$

$$85 + 1,7 = 86,7 \text{ dB(A)}$$

- b) Restar los puestos de trabajo de la zona 2 por el método gráfico.

$$86,7 - 85 = 1,7 \rightarrow \text{equivalente gráfico} \rightarrow 4,8$$

$$86,7 - 4,8 = 81,9 \text{ dB(A)}$$

- c) Analiza la situación y toma las medidas oportunas.

De ser posible, mejor no trabajar juntos ya que el proceso aditivo del ruido genera ambientes poco saludables.

CASO PRÁCTICO Nº 26

Un trabajador de taller realiza diversas tareas en su jornada laboral. Se decide tomar varias medidas para las tareas realizadas para calcular el nivel de exposición diario.

- En una primera tarea obtiene los siguientes valores: 88,6; 87,3 y 88,6 dB(A).
- En una segunda tarea obtiene los siguientes valores: 89,1; 86,9 y 87,3 dB(A).
- En una tercera tarea obtiene los siguientes valores: 84,2; 83,6 y 85,1 dB(A).

Determinar:

- Calcular el nivel de ruido equivalente a cada tarea.
- Considerando que en la primera tarea emplea 2 horas, en la segunda 3 horas y en la tercera otras 3 horas, ¿cuál es el nivel de exposición diario equivalente?
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmulas que emplear:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{L_{Aeq,i}}{10}} \right) \right] \quad L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \frac{1}{8} \sum_{i=1}^N \left(t_{exp} \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,T}}{10}} \right)$$

Resultados:

- Calcular el nivel de ruido equivalente a cada tarea.
 - tarea 1 $L_{Aeq,t1} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{3} \left(10^{88,6/10} + 10^{87,3/10} + 10^{88,6/10} \right) \right] = 88,20 \text{ dB(A)}$
 - tarea 2 $L_{Aeq,t2} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{3} \left(10^{89,1/10} + 10^{86,9/10} + 10^{87,3/10} \right) \right] = 87,87 \text{ dB(A)}$
 - tarea 3 $L_{Aeq,t3} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{3} \left(10^{84,7/10} + 10^{83,6/10} + 10^{85,1/10} \right) \right] = 84,34 \text{ dB(A)}$

b) Considerando que en la primera tarea emplea 2 horas, en la segunda 3 horas y en la tercera otras 3 horas, ¿cuál es el nivel de exposición diario equivalente?

Tarea	$L_{Aeq,t}$	T_{exp} (horas)
1	88,20 dB(A)	2
2	87,87 dB(A)	3
3	84,34 dB(A)	3

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{8} \cdot \left(2 \cdot 10^{88,20/10} + 3 \cdot 10^{87,87/10} + 3 \cdot 10^{84,34/10} \right) \right] = 86,96 \text{ dB(A)}$$

C) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Considerando el resultado del apartado b) se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario comprendido entre 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 27

Un trabajador de una marmolería realiza diversas tareas que van desde el corte de tablas en CNC al embalaje de estas por medio de maderos unidos por medio de una pistola de clavos.

En la tarea de corte por CNC el nivel de ruido es de 84 dB(A) y está expuesto a este ruido durante 10 minutos por pieza.

En la tarea de pulido de cantos por medio de radial y disco de pulido el nivel de ruido es de 88 dB(A) y está expuesto a este ruido durante 5 minutos por pieza.

Al terminar embala el material cortado usando para ello una pistola de púas que expone al trabajador a un L_{pico} de 133,5 dB(C).

Durante su jornada laboral el trabajador realiza 20 veces esta operación, consistente en las 3 tareas descritas, y el resto de tiempo hasta las 8 horas de su jornada está expuesto a un nivel de ruido de 65dB(A).

Determinar:

- Considerando que en la primera tarea emplea 2 horas, en la segunda 3 horas y en la tercera otras 3 horas, ¿cuál es el nivel de exposición diario equivalente?
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \frac{1}{8} \left(t_{exp} \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,t}}{10}} \right)$$

Resultados:

- a) Considerando que en la primera tarea emplea 2 horas, en la segunda 3 horas y en la tercera otras 3 horas, ¿cuál es el nivel de exposición diario equivalente?

TAREA	$L_{Aeq,t}$	T_{exp}
CORTE CNC	84 dB(A)	$\frac{20uds \times 10min}{ud} = 200 \text{ min}$
PULIDO	88 dB(A)	$\frac{20uds \times 5min}{ud} = 100 \text{ min}$
RESTO	65 dB(A)	$480 - 200 - 100 = 180 \text{ min}$

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{480} \cdot \left(200 \cdot 10^{84/10} + 100 \cdot 10^{88/10} + 180 \cdot 10^{65/10} \right) \right] = 83,75 \text{ dB(A)}$$

- b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

En cuanto al valor de 133,5 dB(C) de L_{pico} , al considerarse este valor como el máximo producido en toda la jornada, cabe indicar que su valor, al estar por debajo de 135 dB(C), no exige medida alguna, pero esto no es obstáculo para que consideremos la situación según el valor $L_{Aeq,d}$ de 83,75 dB(A).

Este último valor incide en que nos encontremos ante un nivel de riesgo bajo, por lo que las medidas a planificar serán las correspondientes al intervalo entre 80 – 85 dB(A).

CASO PRÁCTICO Nº 28

En una línea de cortabloques compuesta por 5 máquinas con sus encabezadoras correspondientes, existe un nivel de ruido de 91 dB(A). Tras apagar un cortabloques el nivel de ruido desciende a 89 dB(A).

Determinar:

- a) Calcular el nivel de presión acústica de dicho cortabloques
- b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido de la línea de cortabloques.

Fórmula que emplear:

$$L_{pA,resta} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{pA,Total}}{10}} - 10^{\frac{L_{pA,Fondo}}{10}} \right)$$

Resultados:

- a) Calcular el nivel de presión acústica de dicho cortabloques

$$L_{pA,resta} = 10 \cdot \log \left(10^{91/10} - 10^{89/10} \right) = 86,67 \text{ dB(A)}$$

- b) Medidas a considerar en función del nivel de ruido de la línea de cortabloques.

Tras apagar un cortabloques el ruido se reduce considerablemente, pese a esto nos mantenemos en un nivel de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 29

Un operario de cantera emplea diversas máquinas en su trabajo diario. Se sabe que los niveles de ruido equivalentes y tiempos de exposición por tarea son los siguientes:

TAREA	% tiempo de una jornada de 8h	$L_{Aeq,T}$ en dB(A)
MOVIMIENTO DE MATERIAL ESTÉRIL	60	85
CARGA DE DUMPER	25	89
TRASLADO DE MAQUINARIA DE CORTE / PERFORACIÓN	15	81

Se sabe que su jornada laboral es de 8 horas y que necesita 30 min para cambiarse y aseo personal. En esta última tarea el nivel de ruido es de 65dB(A).

Determinar:

- Calcular el nivel de ruido equivalente.
- El porcentaje de exposición %EMP.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{480} \left(\sum T_{exp} \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,ti}}{10}} \right) \right] \quad \%EMP = 10^{\frac{L_{Aeq,d}-87}{100}} \times 100$$

Resultados:

- Calcular el nivel de ruido equivalente

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{480} \left(288 \cdot 10^{85/10} + 120 \cdot 10^{89/10} + 70 \cdot 10^{81/10} + 30 \cdot 10^{65/10} \right) \right] \\ = 86,09 \text{ dB(A)}$$

b) El porcentaje de exposición %EMP.

$$\%EMP = 10^{\frac{L_{Aeq,d}-87}{100}} \times 100 = 81,09\%$$

c) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Considerando el resultado del apartado b) se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario comprendido entre 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 30

A lo largo de una jornada laboral de 8 horas un operario de línea de pulido y calibrado de tablas está expuesto a los siguientes niveles de ruido:

TAREA	T _{exp.}	L _{Aeq,T} en dB(A)
CONTROL DE PULIDO	6,0h	85,5
CONTROL DE CALIBRADO	1,5h	86,1

Determinar:

- El porcentaje de exposición %EMP de cada tarea y el total por puesto.
- Calcular el nivel de ruido equivalente.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmulas que emplear:

$$\%EMP = 100 \cdot \frac{T_{exp}}{8} \cdot 10^{(L_i - 87)/10} \qquad L_{Aeq,d} = 87 + 10 \cdot \log \frac{\%EMP}{100}$$

Resultados:

- El porcentaje de exposición %EMP de cada tarea y el total por puesto.

$$\%EMP_{PULIDO} = 100 \cdot \frac{6}{8} \cdot 10^{(85,5 - 87)/10} = 53,09\%$$

$$\%EMP_{CALIBRADO} = 100 \cdot \frac{1,5}{8} \cdot 10^{(86,1 - 87)/10} = 15,24\%$$

$$\%EMP_{TOTAL} = \sum \%EMP_i = 53,09 + 15,24 = 68,33\%$$

- Calcular el nivel de ruido equivalente

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \cdot \log \frac{\%EMP}{100} = 87 + 10 \cdot \log \frac{68,33}{100} = 85,35dB(A)$$

- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario comprendido entre 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 31

Se procede a medir ruido a un operario de carretilla elevadora. Se obtiene un valor de 85,3 dB(A) durante las 1,5 horas medidas. Se sabe que la tarea dura 3 horas y que el nivel de ruido es estable ya que lo dedica a la carga de camiones en el exterior alejado de la zona de corte de bloque de bloques y tablas.

Determinar:

- Calcular el nivel de ruido equivalente.
- El tiempo máximo que podría realizar esa tarea sin sobrepasar los 80 dB(A)
- El porcentaje de exposición %EMP y el total por puesto.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \cdot \log \frac{t_{exp}}{8} \quad \%EMP = 100 \cdot 10^{L_{Aeq,d}-87/10}$$

Resultados:

- Calcular el nivel de ruido equivalente.

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \cdot \log \frac{t_{exp}}{8} = 85,3 + 10 \cdot \log \frac{3}{8} = 81,04 \text{ dB(A)}$$

- El tiempo máximo que podría realizar esa tarea sin sobrepasar los 80 dB(A)

$$t_{exp} = 8 \cdot 10^{80-L_{Aeq,d}/10} = 8 \cdot 10^{80-81,04/10} = 6,30 \text{ horas}$$

- El porcentaje de exposición %EMP y el total por puesto.

$$\%EMP = 100 \cdot 10^{81,04-87/10} = 25,35\%$$

- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario comprendido entre 80 - 85 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo bajo.

CASO PRÁCTICO Nº 32

En un puesto de pulecantes de losas de ancho 40 y largo libre se mide la exposición al ruido del trabajador expuesto con la ayuda de un dosímetro durante 5,5 horas.

El equipo de medida indica que el trabajador está expuesto a un 125% de dosis.

Determinar:

- El tiempo máximo que podría realizar esa tarea sin sobrepasar los 87 dB(A)
- El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.
- El nivel de ruido equivalente para 5,5 horas.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

$$\frac{\% DOSIS}{t_{medida}} = \frac{100}{t_{exp}} \quad L_{Aeq,d} = 87 + 10 \cdot \log \frac{\%EMP}{100} \quad L_{Aeq,t} = L_{Aeq,d} - 10 \cdot \log \left(\frac{t}{8} \right)$$

Resultados:

- El tiempo máximo que podría realizar esa tarea sin sobrepasar los 87 dB(A)

$$\frac{\% DOSIS}{t_{medida}} = \frac{100}{t_{exp}} \rightarrow t_{exp} = \frac{100 \cdot t_{medida}}{\%dosis} = \frac{100 \cdot 5,5}{125} = 4,4 \text{ horas}$$

- El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \cdot \log \frac{\%EMP}{100} = 87 + 10 \cdot \log \frac{125}{100} = 87,97 \text{ dB(A)}$$

- El nivel de ruido equivalente para 5,5 horas.

$$L_{Aeq,t} = L_{Aeq,d} - 10 \cdot \log \left(\frac{t}{8} \right) = 87,97 - 10 \cdot \log \left(\frac{5,5}{8} \right) = 89,6 \text{ dB(A)}$$

- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario de valores > 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo alto.

CASO PRÁCTICO Nº 33

A lo largo de una jornada laboral un encargado realiza diversas tareas:

- Uso de la carretilla elevadora 3,0 horas → a 84,5 dB(A)
- Organización de la producción 3,0 horas → a 87,6 dB(A)
- Desayuno 0,5 horas → a 65 dB(A)
- Trabajos de índole administrativa 0,5 horas → a 65 dB(A)

Determinar:

- Calcular la dosis de ruido.
- El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmulas que emplear:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \cdot \log \frac{t_{exp}}{8}$$

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \cdot \log \frac{\%exp}{8}$$

$$\%EMP = 100 \cdot \frac{t_{exp}}{8} \cdot 10^{Li-87/10}$$

Resultados:

a) Calcular la dosis de ruido

$$\%EMP_{CARRETILLA} = 100 \cdot \frac{3}{8} \cdot 10^{84,5-87/10} = 21,09 \%$$

$$\%EMP_{PRODUCCIÓN} = 100 \cdot \frac{3}{8} \cdot 10^{87,6-87/10} = 43,06 \%$$

$$\%EMP_{DESAYUNO} = \%Exp_{ADMÓN} = 100 \cdot \frac{0,5}{8} \cdot 10^{65-87/10} \rightarrow = 0,00\%$$

$$\%EMP_{TOTAL} = \sum EMP_i = 21,09 + 43,06 + 0 + 0 = 64,15\%$$

b) El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \cdot \log \frac{\%_{exp}}{8} = 87 + 10 \cdot \log \frac{64,15}{100} = 85,07 \text{ dB(A)}$$

c) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario de valores del intervalo comprendido entre 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 34

En una marmolería se realizan diversas tareas que dan lugar a una jornada de 9 horas. Los niveles de ruido y niveles de exposición son los que se muestran a continuación:

Tarea	Texp. (horas)	$L_{Aeq,T}$ en dB(A)
CORTE	1,50	85
PULIDO	2,50	89
DESCANSO	0,25	65
PEGADO	2,00	80
MANIPULACIÓN DE CARGAS	2,75	83
Total	9,00	

Determinar:

- El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.
- El nivel de ruido equivalente para la jornada total de 9 horas.
- El %EMP para $L_{Aeq,d}$
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{8} \left(\sum T_{exp,i} \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \right] \quad L_{Aeq,t} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{9} \left(\sum T_{exp} \cdot 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right) \right]$$

$$\%EMP = 100 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,d} - 87}{10}}$$

Resultados:

- El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{8} \left(1,50 \cdot 10^{85/10} + 2,50 \cdot 10^{89/10} + 0,25 \cdot 10^{65/10} + 2 \cdot 10^{80/10} + 2,75 \cdot 10^{83/10} \right) \right] = 86,03 \text{ dB(A)}$$

b) El nivel de ruido equivalente para la jornada total de 9 horas.

$$L_{Aeq,t} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{9} \left(\sum T_{exp} \cdot 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right) \right] = 85,52 \text{ dB(A)}$$

c) El %EMP para $L_{Aeq,d}$

$$\%EMP = 100 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,d} - 87}{10}} = 100 \cdot 10^{\frac{86,03 - 87}{10}} = 79,98 \%$$

d) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario de valores del intervalo comprendido entre 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 35

En una nave industrial los trabajadores de una línea de clasificado de piezas de mármol se van rotando durante una jornada laboral de 8 horas. Se sabe que los niveles de ruido de esta línea medidos en los diferentes puntos o tareas efectuados son:

Tarea	$L_{Aeq,T}$ en dB(A)
1 – ALIMENTACIÓN DE LÍNEA	85
2 – CALIBRADO	86
3 – ENMASILLADO	86
4 – PULIDO	87
5 – CLASIFICACIÓN	84

Determinar:

- Conocer si el ruido es estable o no.
- El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.
- El %EMP para $L_{Aeq,d}$.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,t} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \cdot \log \frac{t_{exp}}{8}$$

$$\%EMP = 100 \cdot 10^{L_{Aeq,d} - 87} / 10$$

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{8} \left(\sum t_{exp,i} \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \right]$$

Resultados:

- Conocer si el ruido es estable o no.

Para saber si el ruido es estable:

$$L_{A\ MAX} - L_{A\ MIN} = 87 - 84 \leq 5 \rightarrow \text{es estable}$$

b) El nivel de ruido equivalente para una jornada diaria.

$$L_{Aeq,t} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = \frac{85 + 86 + 86 + 87 + 84}{5} = 85,6 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \cdot \log \frac{t_{exp}}{8} = 85,6 + 10 \cdot \log \frac{8}{8} = 85,6 \text{ dB(A)}$$

Otra forma de resolver b)

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{8} \left(\sum t_{exp,i} \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \right]; t_i = \frac{8 \text{ horas}}{5 \text{ tareas}} = 1,6 \text{ horas}$$

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{8} \left(1,6 \cdot 10^{85/10} + 1,6 \cdot 10^{86/10} + 1,6 \cdot 10^{86/10} + 1,6 \cdot 10^{87/10} + 1,6 \cdot 10^{84/10} \right) \right]$$

$$= 85,7 \text{ dB(A)}$$

c) El %EMP para $L_{Aeq,d}$

$$\%EMP = 100 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,d} - 87}{10}} = 100 \cdot 10^{\frac{81,6 - 87}{10}} = 72,44\%$$

d) Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido.

Se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario de valores del intervalo comprendido entre 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 36

Un administrativo de una planta de rocas ornamentales está expuesto durante su jornada laboral a un $L_{Aeq,T}$ inferior a 70 dB(A), pero una vez cada hora baja al taller a entregar las órdenes de pedido y recoger los partes de trabajos terminados. El tiempo estimado de esta operación es de 5 minutos y se expone a un nivel de ruido de 86,9 dB(A). Se sabe que su jornada laboral es de 8 horas.

Determinar:

- Determinar si el trabajador supera los 80 dB(A) y podríamos considerarlo como trabajador expuesto a ruido.
- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido si fuera el caso.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \log \frac{t_{exp}}{480}$$

Determinar:

- Determinar si el trabajador supera los 80 dB(A) y podríamos considerarlo como trabajador expuesto a ruido.

$$t_{exp} = 8 \text{ gestiones} \times \frac{5 \text{ minutos}}{\text{gestión}} = 40 \text{ minutos}$$

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,t} + 10 \log \frac{t_{exp}}{480} = 86,9 + 10 \cdot \log \frac{40}{480} = 76,10 \text{ dB(A)}$$

- Medidas a considerar en función del nivel de ruido obtenido si fuera el caso.

Aquellas situaciones en las que las personas están expuestas a niveles de ruido inferiores a 80dB(A) se consideran no expuestas a ruido según el RD 286/2006, por lo que estaríamos en un caso sin riesgo.

CASO PRÁCTICO Nº 37

Durante una entrevista de trabajo para ocupar el puesto de encargado de cantera el aspirante explica que debido a un accidente fue sometido a una operación del pabellón auditivo y que el uso de protectores auditivos aumenta el grado de molestia en la zona a la que actualmente está sometido. Para contratarlo, la empresa debe considerar el tiempo que el trabajador puede permanecer sin protección auditiva en el puesto específico sin superar el nivel inferior de exposición que da lugar a una acción, es decir, $L_{Aeq,d} = 80\text{dB(A)}$.

Tras análisis previos sobre la medición de ruido en el puesto de encargado de cantera, se extrajo como resultado que el nivel de presión acústica continua equivalente $L_{Aeq,T}$ obtenido es de $84,1\text{dB(A)}$.

Determinar:

- a) Tiempo máximo de exposición sin superar los 80 dB(A) de exposición.
- b) Medidas a considerar.

Fórmula que emplear:

$$T_{\text{máximo de exposición}} = 8 \cdot 10^{\frac{\text{Nivel que no desea superar} - L_{Aeq,T}}{10}}$$

Resultados:

- a) Tiempo máximo de exposición sin superar los 80 dB(A) de exposición.

$$T_{\text{máximo de exposición}} = 8 \cdot 10^{\frac{80-84,1}{10}} = 3,11 \text{ horas}$$

- b) Medidas a considerar.

Dado que el trabajador, siguiendo lo establecido en el Real Decreto 286/2006, donde se especifica el nivel de exposición inferior a 80dB(A) es un escenario sin riesgo, podrá ocupar el puesto de trabajo como encargado de cantera durante 3 horas y 11 minutos diarios sin exposición a ruido al ser considerado trabajador especialmente sensible.

CASO PRÁCTICO Nº 38

En una nave donde se trabaja el mármol, desarrollan sus tareas un total de 17 trabajadores. El análisis de las condiciones de trabajo de exposición al ruido de estos trabajadores concluye que dichos trabajadores constituyen un grupo homogéneo de exposición.

Determinar:

a) Calcula cuál deberá ser la duración mínima acumulada de las mediciones.

Fórmula que emplear:

$$T = 10 + \frac{(G-15)}{4} \text{ donde}$$

T: Tiempo de duración de las mediciones en horas

G: Número de trabajadores que componen el grupo

Resultados:

a) Calcula cuál deberá ser la duración mínima acumulada de las mediciones.

$$T = 10 + \frac{(G - 15)}{4}$$

$$T = 10 + \frac{(17 - 15)}{4} = 10,5 \text{ horas}$$

De esta solución obtenida, 10,5 horas, deducimos que se deben llevar a cabo mediciones teniendo en cuenta que el sumatorio de tiempos de estas debe ser igual o superior a 10,5 horas, por lo que decidimos realizar 11 mediciones con una duración de 1 hora cada una de ellas. Dichas mediciones deben ser representativas de la exposición al ruido a lo largo de la jornada laboral, por lo tanto, deben ser realizadas en distintas horas y con varios trabajadores.

CASO PRÁCTICO Nº 39

El técnico del servicio de prevención realiza varias mediciones de nivel de presión sonora en un palista de una cantera de mármol, teniendo en cuenta las diversas tareas que realiza a lo largo de su jornada laboral.

Los resultados de las mediciones de los niveles de presión acústica continuos equivalentes en dB(A) han sido los siguientes: 84,1 dB(A), 85,9 dB(A), 83,7 dB(A), 85,5 dB(A) y 86,2 dB(A).

Determinar:

- Calcula el nivel de ruido promedio de los niveles de ruido medidos por el técnico de prevención.
- Medidas a considerar en función del $L_{Aeq,T}$ obtenido considerando que se corresponde con el $L_{Aeq,d}$.

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,T,n}}{10}} \right]$$

Resultados:

- Calcula el nivel de ruido promedio de los niveles de ruido medidos por el técnico de prevención.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,T,n}}{10}} \right]$$
$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{5} \left(10^{\frac{84,1}{10}} + 10^{\frac{85,9}{10}} + 10^{\frac{83,7}{10}} + 10^{\frac{85,5}{10}} + 10^{\frac{86,2}{10}} \right) \right]$$
$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{5} \left(10^{\frac{84,1}{10}} + 10^{\frac{85,9}{10}} + 10^{\frac{83,7}{10}} + 10^{\frac{85,5}{10}} + 10^{\frac{86,2}{10}} \right) \right] = 85,19 \text{ dB(A)}$$

- Medidas a considerar en función del $L_{Aeq,T}$ obtenido considerando que se corresponde con el $L_{Aeq,d}$.

Se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario de valores del intervalo comprendido entre 85 - 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo medio.

CASO PRÁCTICO Nº 40

Un operario de un taller de granito efectúa tareas de corte durante 6 horas al día, utilizando para ello un disco puente. El resto de la jornada lo emplea para manejar el puente grúa estando solo en la nave, y no estando sometido en la misma a ruido.

Durante esas 6 horas el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado es de 92,1 dB(A) de $L_{Aeq,T}$.

La empresa decide emplear una nueva máquina de corte de bajo ruido que genera un nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado en dB(A) de 88,2 de $L_{Aeq,T}$.

Determinar:

- a) Nivel de exposición diario usando cada una de las máquinas.
- b) Medidas a considerar en función de los $L_{Aeq,d}$ obtenidos

Fórmula que emplear:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10\log\left(\frac{T}{8}\right)$$

Resultados:

- a) Nivel de exposición diario usando cada una de las máquinas

El tiempo que emplea en el manejo del puente grúa no lo consideramos, pues el trabajador no está sometido a ruido alguno.

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10\log\left(\frac{T}{8}\right)$$

$$L_{Aeq,d,1} = 92,1 + 10\log\left(\frac{6}{8}\right) = 90,85 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d,2} = 88,2 + 10\log\left(\frac{6}{8}\right) = 86,95 \text{ dB(A)} \rightarrow >87\text{dB(A)}$$

- b) Medidas a considerar en función de los $L_{Aeq,d}$ obtenidos

En ambos casos se requiere tener en cuenta las medidas incluidas en el escenario de valores que superan los 87 dB(A) del RD 286/2006 identificadas como escenario de riesgo alto.

6. CONCLUSIONES

Una vez analizados los puestos de trabajo y realizadas las mediciones y cálculos oportunos, hemos evidenciado que existe una elevada exposición a ruido dentro del sector de la piedra natural que debe de ser identificada, evaluada y controlada.

Como ejemplo de estas situaciones, se han propuesto las medidas oportunas dependiendo de la exposición detectada en cada caso.

Pese a esto, los casos presentados no deben de considerarse como ejemplos de una evaluación de riesgos de una empresa, ya que estos sólo pretenden potenciar la necesidad de que en cada centro de trabajo se realicen las mediciones oportunas llevadas a cabo por su servicio de prevención y considerar las actuaciones necesarias para proteger a las personas trabajadoras expuestas.

BIBLIOGRAFÍA Y TEXTOS DE CONSULTA

- Base de datos *CEPROSS*.
- Cavalle Oller, N. [et al]. *Higiene industrial. Problemas resueltos*. INSST. 2006
- *Estudio epidemiológico de las enfermedades profesionales en España*. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. 2019.
- Náf Cortés, R. *Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial*. Fremap. 2013.
- *Protocolo para la vigilancia sanitaria específica de las personas trabajadoras expuestas a ruido*. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. 2019.

NORMATIVA Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.

Anexo. Formulario básico del ruido

ADICIÓN DE NIVELES SONOROS

$$L_{pA,Total} = 10 \log \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pA,n}}{10}}$$

ADICIÓN DE NIVELES SONOROS SABIENDO P_0

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

NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIO

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left(\frac{T}{8} \right)$$

NIVEL DIARIO EQUIVALENTE A PARTIR DE LOS NIVELES

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{1}{8} \sum_{n=1}^N T_n 10^{0,1 L_{Aeq,T,n}}$$

CORRECCIÓN POR RUIDO DE FONDO

$$L_{pA,resta} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{pA,Total}}{10}} - 10^{\frac{L_{pA,Fondo}}{10}} \right)$$

NIVEL DE RUIDO PROMEDIO

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,T,n}}{10}} \right]$$

TIEMPO MÁXIMO SABIENDO EL $L_{Aeq,d}$

$$L_{Aeq,T} = L_{Aeq,d} - 10 \log \left(\frac{T}{8} \right)$$

NIVEL DE PRESIÓN SONORA

$$L'_{Aeq} = 10 \log \sum_{f=63}^{8000} 10^{0,1(L_{Aeq,f} - APV_f)}$$

MÉTODO DE H, M, L

$$PNR = M - \frac{(H-M)(L_{Ceq}-L_{Aeq}-2)}{4} \quad \text{Para } L_{Ceq} - L_{Aeq} \leq 2 \text{ dB}$$

$$PNR = M - \frac{(M-L)(L_{Ceq}-L_{Aeq}-2)}{8} \quad \text{Para } L_{Ceq} - L_{Aeq} > 2 \text{ dB}$$

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - PNR$$

MÉTODO DE H, M, L

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - L \rightarrow \text{Ruido de baja frecuencia}$$

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - M \rightarrow \text{Ruido de media/alta frecuencia}$$

MÉTODO SNR

$$L'_{Aeq} = L_{Ceq,d} - SNR$$

NIVEL DE PICO

$$L'_{pico} = L_{pico} - d_m = L_{pico} - (M - 5)$$

TIEMPO MÁX DE EXPOSICIÓN

$$T_{EMP} = 8 * 10^{\frac{\text{NIVEL QUE NO SE DESEA SUPERAR} - L_{Aeq,T}}{10}}$$

CÁLCULO DEL NIVEL DIARIO EQUIVALENTE

$$L_{Aeq,d} = 87 + 10 \log \frac{\%D}{100} ; \%D: \text{dosis diaria (\%)}$$

DOSIS DIARIA

$$\%D = d\% * \frac{T_{Exp}}{T_{medida}} ; d\%: \text{dosis leída por el dosímetro}$$

PORCENTAJE DE EXPOSICIÓN

$$EMP = 100 * \frac{T_{Exp}}{8} * 10^{\frac{L_i - 87}{10}}$$

RUIDO ESTABLE

$$L_{Amax} - L_{Amin} \leq 5 \text{ dB(A) ESTABLE}$$



Centro Tecnológico
del mármol, piedra y materiales

