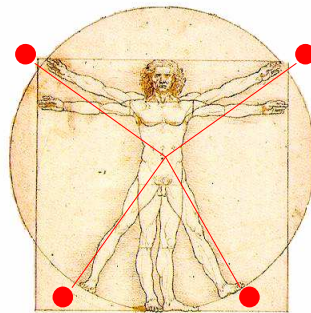


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

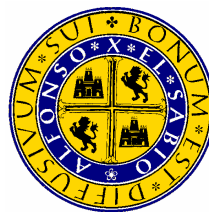
VOLUMEN VIII. AÑO 2011

SEPARATA



RUIDO AMBIENTAL: SEGURIDAD Y SALUD

Laura Abad Toribio, David Colorado Aranguren, David Martín Ruiz,
M^a Jesús Retana Maqueda



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Laura Abad Toribio, David Colorado Aranguren, David Martín Ruiz, M^a Jesús Retana
Maqueda
Mayo, 2011.

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD11_002.pdf

© De la edición: *Revista Tecnol@ y desarrollo*
Escuela Politécnica Superior.
Universidad Alfonso X el Sabio.
28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).
ISSN: 1696-8085

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

Tecnol@ y desarrollo. ISSN 1696-8085. Vol. VIII. 2011

RUIDO AMBIENTAL, SEGURIDAD Y SALUD
Laura Abad Toribio (a), David Colorado Aranguren (b),
David Martín Ruiz (c) M^a Jesús Retana Maqueda (d)

- (a) Dra en Ciencias Físicas. Área de Matemáticas y Física Aplicadas.
Tf: 918105207, email: labad@uax.es
- (b) Dr Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos: Área de Matemáticas y Física Aplicadas
Tf: 91?, email: dcolorara@uax.es
- (c) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Área de Matemáticas y Física Aplicadas.
Tf: 918109217, email: druizmar@uax.es
- (d) Dra Ingeniero Industrial Área de Mecánica
Tf: 918109763, email: mretamaq@uax.es

RESUMEN:

La Prevención de Riesgos Laborales cada día pone de manifiesto, desde el punto de vista de la ergonomía acústica, el riesgo que supone el ruido para la salud en el ámbito laboral. Este trabajo se centra en describir a la población afectada por excesivos niveles de ruido, cuáles son las diversas molestias asociadas al ruido de tipo auditivo y extraauditivo, así como una revisión de toda la normativa legal referente a este tipo de contaminación.

PALABRAS CLAVE: ruido, salud, riesgos laborales, ergonomía, normativa legal

ABSTRACT:

Occupational Hazard Prevention every day reveals from the point of view of the acoustic Ergonomics, the risk that supposes the noise for the health in the labor area. This paper focuses on describing the population affected by excessive levels of noises, which are the diverse inconveniences associated with the noise of auditory type and extraauditivo, as well as a review of the whole legal regulation relating to this type of pollution.

KEY-WORDS:

Noise, health, labor risks, ergonomics, legal regulation

SUMARIO: 1.Ruido ambiental: Ergonomía acústica, 2. Molestias asociadas al ruido. Factores de influencia, 3. Población afectada, 4. Efectos auditivos y extraauditivos 5. Marco legal, 6. Referencias.

SUMMARY: 1. Environmental noise: acoustic Ergonomics, 2. Inconveniences associated with the noise. Factors of influence, 3. Affected population, 4. Auditory effects and extraauditivos 5. Legal frame, 6. References.

1. Ruido ambiental: Ergonomía acústica.

Desde un punto de vista físico, cualquier ruido es primariamente un sonido *definido* “como una variación de la presión del aire que puede ser detectada por el oído humano, logrando ser descrito mediante ciertos parámetros físicos, principalmente la intensidad y la frecuencia”, [LOPE97]. También desde este punto de vista, se define el ruido como “una sensación producida en el oído por determinadas sensaciones de la presión exterior. La sucesión de compresiones y enrarecimientos que provoca la onda acústica al desplazarse por el medio, hace que la presión existente fluctúe en torno a su valor de equilibrio; estas variaciones de presión actúan sobre la membrana del oído y provocan en el tímpano vibraciones forzadas de idéntica frecuencia, originando sensación de sonido”, [FERN00]. No obstante en la definición anterior no se contempla exactamente la diferencia entre sonido y ruido.

En 1999, el Dr. Antti Karjalainen publica el informe *Estadísticas europeas sobre enfermedades profesionales. Evaluación de los datos tipo del 1995*, [KARJ99], donde se recogían las diez enfermedades profesionales más frecuentes, entre ellas la pérdida de audición por ruido (32,06%).

La Prevención de Riesgos Laborales ha puesto de actualidad una disciplina científica que tiene más de medio siglo de antigüedad y que se caracteriza por haber hecho del conocimiento de hombre en actividad, remunerada o no, el objeto central de sus estudios. Tal disciplina científica no es otra que la Ergonomía (del griego *ergon*=trabajo y *nomos*=ley o principio). La primera vez que se utilizó este término fue en 1857 cuando el biólogo polaco Wojciech Jastrzębowski publicó la obra titulada “*Compendio de ergonomía o la ciencia del trabajo, basado en las verdades tomadas de la ciencia de la naturaleza*”. Más recientemente, los mexicanos Ávila, Prado y González definen la ergonomía como “una nueva interdisciplinaria científica” del la cuál, el objeto de estudio, lo constituyen las relaciones hombre-objeto-entorno, cuyos objetivos están enfocados a la optimización de la eficiencia de la acción humana, [AVIL01]. Para esta disciplina el ruido puede considerarse como un fenómeno molesto e incluso un elemento perturbador, ya que tiene efectos sobre la comunicación entre los trabajadores, la concentración y la ejecución de tareas complejas. La sensación de perturbación dependerá del estado fisiológico o anímico del individuo, [LLAN02]. El ruido puede interferir en el trabajo, pues la relación de comunicación se ve interferida u obstaculizada y el mensaje puede no llegar al receptor, o incluso puede llegar a distorsionar la actividad mental. Desde el punto de vista de la Ergonomía Ambiental podemos considerar la Ergoacústica como el análisis del ambiente sonoro no como algo aislado, sino interactuando con otros componentes de trabajo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) entiende que no se pueden desvincular las diferentes dimensiones de las personas y por ello define la salud como «el estado completo de bienestar físico, psíquico y social y no sólo la ausencia de enfermedad». Otros organismos internacionales, como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y la Ley General de Sanidad en el ámbito estatal, incorporan estas dimensiones en la forma de interpretar la salud laboral u ocupacional.

2. Molestias asociadas al ruido. Factores de influencia

El estudio del origen y propagación del sonido permite determinar las características principales del ruido, entendido éste como *un sonido no deseado*. Sin embargo, el carácter de molestia intrínseco a la definición de ruido, añade un componente de carácter no acústico, que necesita de la contribución de la fisiología, la psicología, la sociología y otras disciplinas para ser correctamente interpretado. Desde un punto de vista medioambiental, el estudio y control del ruido tienen sentido en cuanto a su utilidad para alcanzar una determinada protección de la calidad del ambiente sonoro. Los sonidos son analizados para conocer los niveles de inmisión en determinadas áreas y situaciones, y conocer el grado de molestia sobre la población. Existen situaciones en las que estas molestias son evidentes, ya que la exposición al ruido puede provocar daños físicos evaluables. Sin embargo, en gran parte de los casos, el riesgo para la salud no es tan fácil de cuantificar, interviniendo factores psicológicos y sociales que suelen ser analizados desde un punto de vista estadístico.

El grado de molestia tiene un componente subjetivo que introduce una considerable complejidad en el intento de establecer los criterios de calidad del ambiente sonoro. El concepto de subjetividad no está reñido con un análisis científico de los problemas, y existirán indicadores de ruido que estén mejor o peor correlacionados con el grado de molestia. Para poder abordar el problema del ruido, es necesario, por lo tanto, el establecimiento de un indicador que “explique” adecuadamente este grado de molestia. Entre el gran número de parámetros e índices desarrollados en el campo de la acústica para el estudio de los sonidos es preciso seleccionar *un indicador de molestias* (a ser posible un índice numérico) que sirva de base para la evaluación del impacto y para el establecimiento de valores límite de inmisión que garanticen una determinada calidad del ambiente sonoro. Por otra parte, para ser operativo, este índice debe ser fácil de obtener y de interpretar.

Las molestias debidas al ruido dependen de numerosos factores. El índice que se seleccione debe ser capaz de contemplar las variaciones o diferentes situaciones entre una serie de aspectos. Fernando Segués, [SEGU07], detalla dichos aspectos en la forma siguiente:

- **La energía sonora:** Las molestias que produce un sonido están directamente relacionadas con la energía. A más energía (sonido más fuerte) más molestia. El índice básico relacionado con la energía sonora es el nivel de presión sonora.
- **Tiempo de exposición:** Para un mismo nivel de ruido, la molestia depende del tiempo al que un determinado sujeto está expuesto a ese ruido. Podemos estar contemplando periodos de segundos, minutos, horas o incluso una vida laboral entera. En general, un mayor tiempo de exposición supone un mayor grado de molestia. Así, el efecto adverso del ruido es proporcional a la duración de la exposición y parece estar relacionado con la cantidad total de energía sonora que llega al oído interno.
- **Características del sonido:** Para un mismo nivel de ruido y un mismo tiempo de exposición, la molestia depende de las características del sonido: espectro de frecuencias, ritmo, etc. La música es un sonido que en general resulta agradable. Respecto a la intensidad, cualquier ruido mayor de 90 dBA puede ser lesivo para el hombre. En la población trabajadora se considera peligrosa la

permanencia en un ambiente ruidoso con un Nivel Diario Equivalente (LAeq,d) superior a 80 dBA. Los sonidos más peligrosos son los de alta frecuencia (superiores a 1.000 Hz). La mayoría de los ruidos industriales comprenden una gama ancha de frecuencias. La exposición intermitente al ruido es menos lesiva que una exposición continua. Sin embargo, los ruidos permanentes lesionan menos que los pulsados, a igualdad de intensidades, gracias a la amortiguación muscular que se produce en el oído medio.

- **El receptor:** No todas las personas consideran el mismo grado de molestia para el mismo ruido. Dependiendo de factores físicos, distintas sensibilidades auditivas, y en mayor medida de factores culturales, lo que para uno son ruidos muy molestos, para otros pueden no serlo. Los factores culturales están relacionados con la experiencia vital del sujeto y sus expectativas. Distintas sociedades reaccionan de manera diferente frente a sonidos más o menos “familiares”. En las culturas occidentales, las mayores diferencias se encuentran entre los habitantes de los pequeños núcleos rurales y los de las grandes ciudades. Dentro de un mismo sector de población, el factor edad parece ser también significativo. En la edad media de la vida hay más posibilidades de lesión. En un gran número de casos existe la posibilidad de que este efecto se sume a la presbiacusia propia de la edad y sea este proceso degenerativo el que favorezca la aparición de la lesión acústica.
- **La actividad del receptor:** Para un mismo sonido, dependiendo de la actividad del receptor, éste puede ser considerado como un ruido o no. El caso más evidente es el de los periodos de descanso. Un sonido que puede ser considerado como agradable (un concierto de música) se convierte en un ruido molesto si el receptor pretende dormir. Sonidos que durante la actividad laboral pasan desapercibidos, se convierten en ruidos perfectamente reconocibles en periodos de descanso. Algunas actividades o estados requieren ambientes sonoros más silenciosos (lectura, enfermedades, conversaciones, etc.), percibiéndose como ruido cualquier sonido que no esté relacionado con la actividad.
- **Las expectativas y la calidad de vida:** Dentro de este epígrafe se engloban aquellos aspectos subjetivos, difíciles de evaluar, que están relacionados con la calidad de vida de las personas. Para ciertos grupos de personas, las exigencias de calidad ambiental para el tiempo y los espacios dedicados al ocio son muy superiores a las de otras situaciones. El caso más frecuente es el de las viviendas de segunda residencia, en las que los ruidos se perciben en general como mucho más molestos que en la vivienda principal, debido a las expectativas de descanso depositadas en la segunda residencia. También sucede habitualmente que en entornos de una gran calidad ambiental, se aceptan peor los ruidos que en entornos medioambientalmente degradados.

3. Población afectada

La exposición a altos niveles de ruido parece afectar cada vez más a los trabajadores más jóvenes. De acuerdo con las encuestas realizadas por la Fundación Europea, los trabajadores en programas de aprendizaje o en otros programas de formación presentaban más problemas de audición en 2000 que en 1995. De entre todos los sectores de población activa, los artesanos, los trabajadores cualificados, los agricultores, y las fuerzas armadas, son los trabajadores más expuestos a niveles elevados de ruido. El porcentaje de mujeres expuestas al ruido es mucho mayor en los nuevos Estados miembros que en

la Europa de los Quince (EU-15). Los teleoperadores de centros de llamadas son los trabajadores más expuestos al denominado «Choque acústico». Este término es el empleado para describir los síntomas fisiológicos y psicológicos que una persona puede experimentar tras oír un sonido fuerte, repentino e inesperado, a través de un auricular o de un aparato telefónico.

La mayor mecanización en la industria ha dado como resultado mayores niveles de ruido. Muchas veces el ruido se combina con otros efectos agravando el problema. Así, las profesiones con mayor exposición al ruido y a sustancias peligrosas o vibraciones son las relacionadas con la imprenta, la pintura, la construcción de barcos, la construcción (túneles), explotación de canteras, la industria manufacturera (por ejemplo la industria textil), los productos químicos, el petróleo, la fabricación de muebles y productos de piel, la agricultura y la minería. La exposición combinada al ruido, las vibraciones y el calor también puede encontrarse en las fundiciones. En la industria manufacturera y la minería, un 40% de los trabajadores están expuestos a elevados niveles de ruido durante más de la mitad de su jornada laboral. En la construcción, este porcentaje es del 35%, y en muchos otros sectores, como la agricultura, el transporte y las comunicaciones, se sitúa en un 20%. Las máquinas y las herramientas son las principales productoras de ruido en el centro de trabajo, aunque no son las únicas, ya que multitud de procesos y actividades industriales y laborales generan muchos sonidos de elevada intensidad. Se citan a continuación diversos sectores en los que el ruido es un contaminante habitual:

- Fábricas de envases metálicos
- Industria del mármol
- Industria de conservas vegetales
- Construcción
- Talleres de cerrajería y estructuras metálicas
- Fabricación de muebles de madera y metálicos
- etc.

El número de actividades no incluidas en la relación anterior es muy superior al de las enumeradas. El ruido no sólo es un problema en la industria manufacturera y otros sectores tradicionales, sino que también se reconoce como tal en el sector de servicios como, por ejemplo, la educación y la atención sanitaria, además de bares y restaurantes. En el ámbito educativo de la UE, los Estados miembros consideran el ruido un problema, por ejemplo, los problemas de voz tienen una significativa incidencia en las tasas de absentismo de los profesores.

La incidencia de la pérdida de audición entre los bomberos es del 32,8 %, un porcentaje considerablemente más alto que el de la población general. Esta reducida capacidad auditiva de los bomberos se debe principalmente a la exposición al ruido de las sirenas, maquinaria y otras herramientas.

En otras actividades, se utiliza también una parte del espectro no audible, en particular la banda de los ultrasonidos, a saber:

- la limpieza por ultrasonidos;

- la soldadura;
- en el mecanizado de piezas;
- ensayos no destructivos de materiales (métodos ecográficos);
- en el emulsionado y homogeneizado de pinturas;
- en la ciencia médica (para diagnóstico y tratamiento);
- en la maduración de vinos...

Se hace referencia a estas actividades pues su mecanismo etiopatogénico (a pesar de no ser percibido por el oído humano) se cree que es similar al que originan las frecuencias audibles, pudiendo también lesionar el órgano auditivo. Todavía no se dispone de datos precisos sobre el número de trabajadores de nuestro país expuestos a niveles de ruido laboral excesivamente elevados. Algunos autores han considerado que unos dos millones de trabajadores españoles en diferentes sectores de actividad están expuestos a niveles de ruido ambiental medios superiores a 80 dBA y que más de medio millón soportan niveles de ruido industrial por encima de los 90 dBA, [PERE89], [GOME92].

En el Cuadro I se recogen los niveles de ruido para los distintos sectores y actividades.

Cuadro I: Sectores, actividad y nivel de ruido:

Fuente: <http://osha.europa.eu/es/publications/magazine/8>

Sector	Actividad	Nivel de ruido
Agricultura	Alimentación de cerdos	104-115 dB(A) (*)
Construcción	Exposición probable del trabajador al ruido durante las tareas de picado de hormigón	100 dB(A) LEF3d (*)
Servicios de emergencias	Bomberos expuestos a ruidos de impulso que sobrepasan los:	115 dB(A) (*)
Educación	Exposición media al ruido en las guarderías	80,3 dB(A) (*)
Ingeniería	Tareas de remachado	100-110 dB(A) (*)
Ocio	Orquesta: exposición del director durante la representación del Lago de los Cisnes	88 dB(A) (*)
Pesca	Niveles típicos de ruido registrados en la sala de máquinas	100-110 dB(A), con picos hasta 115 dB(A) (*)
Atención sanitaria	Quitar una escayola	88-95,2 dB(A) (*)
Industria manufacturera	Limpieza con aire comprimido: exposición de los trabajadores	92 dB durante ocho horas (*)
Textil	Taller de costura	90 dB(A) (*)
Transporte	Camiones (vehículos de transporte pesado): exposición del conductor	78-89 dB(A) (*)

4. Efectos auditivos y extraauditivos

Los principales efectos del ruido se han considerado como auditivos y extraauditivos. Los efectos auditivos están en correlación a la pérdida de la capacidad auditiva de las personas expuestas (el daño auditivo no sólo depende de su nivel, sino de su duración), así, se acepta que un medio ambiente sonoro por debajo de 75 dB no es dañino para la salud auditiva. Los no auditivos son los que pueden generar estrés por perturbar el sueño, por ser trastornadores de las actividades humanas cotidianas o por efectos en el comportamiento humano. A modo de ejemplo es de destacar que hoy en día el uso excesivo de reproductores de CD y auriculares, y el excesivo volumen de la música provocan cada vez más problemas auditivos, de forma que muchos jóvenes de hoy sufrirán trastornos auditivos en el futuro. Muchas veces, el oído tarda 36 horas en recuperar la sensibilidad auditiva normal después de estar sometido a un ruido intenso, [MIYA99], [MIYA07].

El umbral de audición es el nivel sonoro por debajo del cual el oído de una persona no detecta ningún sonido. Para los adultos, el nivel de referencia es 0 dB. La exposición a niveles de ruido intenso durante un período de tiempo significativo, da lugar a pérdidas de audición, que si en un principio son recuperables cuando el ruido cesa, con el tiempo pueden llegar a hacerse irreversibles, convirtiéndose en sordera, [LOPE00], [NIDC02]. El ruido excesivo daña las células pilosas de la cóclea, parte del oído interno, lo que produce pérdida de audición. En muchos países, la pérdida de audición provocada por el ruido constituye la enfermedad profesional irreversible más prevalente. A su vez, la exposición a niveles de ruido de mediana intensidad, pero con una prolongación mayor en el tiempo, repercute en forma similar, traduciéndose ambas situaciones en desplazamientos temporales o permanentes del umbral de audición. Los métodos de evaluación se realizan a través de análisis audiométricos y/u otoscópicos. La hipoacusia (o pérdida de audición) ha pasado a ocupar el cuarto lugar entre las enfermedades profesionales más prevalentes e irreversibles llegando a padecerse por un 7 % de los trabajadores europeos, por delante, incluso, de los problemas de la piel y del sistema respiratorio, [TUNA08], [OGID09]. La pérdida de capacidad auditiva provocada por el ruido viene acompañada a menudo de tinnitus o zumbidos en los oídos.

En la Figura 1 se muestra la respuesta auditiva para el oído humano.

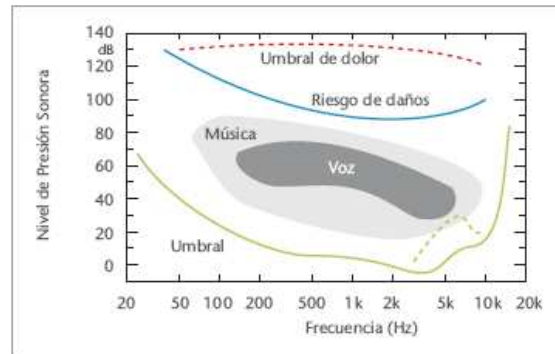


Figura 1: Respuesta auditiva del oído humano:

Fuente: http://www.composan.es/recursos/doc/Publicaciones/Manuales/Acustica/15541_464620089917.pdf

El ruido también interfiere en la comunicación oral, [KRYT85], [FIEL87]. El “efecto máscara” asociado al ruido consiste en que un sonido impida por su presencia la percepción total o parcial de otros sonidos. Este efecto puede perturbar la percepción de señales o mensajes y en especial la comunicación hablada, [MARZ09]. Es entonces un factor de aislamiento que puede disminuir la eficacia del trabajo e incluso aumentar el riesgo de accidentes. La inteligibilidad de la comunicación se reduce por el ruido de fondo. El oído es únicamente un transductor, no discrimina entre fuentes de ruido. La separación e identificación de las fuentes sonoras ocurre en el cerebro. La voz humana produce sonido en el rango 100 a 10000 Hz, pero prácticamente toda la información verbal está contenida en la región de 200 a 6000 Hz. La banda de frecuencia para la inteligibilidad de la palabra está contenida entre 500 y 2500 Hz. Ante la interferencia de un ruido, se reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado, [OMS99].

Además de los efectos auditivos asociados al ruido, existen también una serie de efectos no auditivos. Estos efectos fueron observados por primera vez en el año 1930, en un estudio publicado por L. E. Smith and L. D. Laird en el Volumen 2 del *Journal of the Acoustical Society of America*, [SMIT30]. Los resultados mostraban que la exposición al ruido causaba contracciones estomacales en humanos sanos. Además de afectar al oído, el ruido actúa negativamente sobre otras partes del organismo, ya que bastan 50 a 60 dBA para que existan enfermedades asociadas al estímulo sonoro. Se han podido observar efectos vegetativos como la modificación del ritmo cardíaco y vasoconstricciones del sistema periférico, [MADR91]. Entre los 95 y 105 dBA se producen afecciones en el riego cerebral, debidas a espasmos o dilataciones de los vasos sanguíneos, alteraciones en la coordinación del sistema nervioso central; alteraciones en el proceso digestivo, producción de secreciones ácidas del estómago que acarrearán úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos intestinales, aumento de la tensión muscular y presión arterial; cambios de pulso en el electroencefalograma; dilatación de la pupila, alterando la visión nocturna, además de estrechamiento del campo visual, [JIME99].

Las reacciones fisiológicas al ruido no se consideran patológicas si ocurren en ocasiones aisladas, pero exposiciones prolongadas (por ejemplo, el ruido de tráfico urbano) pueden llegar a constituir un grave riesgo para la salud. En sujetos expuestos al ruido, se produce un incremento significativo en la concentración de la hormona GH, que es uno de los principales marcadores de estrés, [MARZ09], [MART03]. La exposición al sonido tiene efectos sobre el sistema cardiovascular que tienen por resultado la liberación de catecolaminas y un aumento de la presión sanguínea. Los niveles de catecolaminas en la sangre (incluyendo la epinefrina [adrenalina]) están relacionados con el estrés.

El ruido lleva asociados también una serie de efectos psicológicos, efectos sobre el sueño, [GRIE00], [MART03], la memoria, la atención, y el procesamiento de la información, [HYGG93], [JONE99]. El ruido también afecta la habilidad de aprendizaje. En el año 1975 Bronzaft, [BRON75], colaboró en un estudio realizado en una escuela cercana a una línea elevada de trenes demostrando que la exposición a ruido puede afectar la habilidad lectora. La naturaleza estresante del ruido se ha puesto de manifiesto en múltiples investigaciones, tal y como se recoge en diversas revisiones de Berglund B, [BERG95], López Barrio, [LOPE86], [LOPE98], y Evans, [EVAN87]. Con las investigaciones más recientes se sigue obteniendo un patrón de resultados muy similar. Así, Raffaello y Maass, [RAFF02], encuentran que la exposición crónica al ruido en el lugar de trabajo no sólo afecta a la satisfacción y el estrés de los trabajadores, sino también al compromiso que se establece con la organización. En esa línea, Leather, Beale y Sullivan, [LEAT03], revisan los efectos que la exposición al ruido tiene en contextos laborales, encontrando relaciones con la salud (problemas cardíacos y fatiga), la habilidad para concentrarse, la satisfacción laboral y el absentismo. En una revisión de más de 30 estudios, Evans y Stecker, [EVAN04], demuestran que la exposición al ruido, produce disminuciones en el rendimiento y la motivación, provocando la aparición de indefensión ante otros estresores. No sólo los ruidos de alta intensidad son los nocivos. Ruidos incluso débiles, pero repetidos pueden entrañar perturbaciones neurofisiológicas aún más importantes que los ruidos intensos.

Maxwell y Evans, [MAXW00], comprueban el efecto negativo del ruido crónico en el aula sobre las habilidades de prelectura en niños preescolares, mientras que en relación con los procesos de atención y memoria Jiménez de la Torre y López Barrio, [JIME01], encuentran que los escolares de primaria expuestos a niveles de ruido muestran un rendimiento significativamente menor en las pruebas de atención e incidencia en la memoria únicamente al nivel más elevado de ruido. El ruido procedente del tráfico rodado y ferroviario en el lugar de residencia incide sobre síntomas de estrés en niños, tales como la presión sanguínea y el nivel de cortisol, [EVAN01], sobre las habilidades cognitivas de memoria y reconocimiento en estudiantes de primaria y sobre la salud mental en niños con riesgos biológicos tempranos.

Esta línea de investigación se continúa actualmente con el Proyecto de investigación “*Road Traffic and Aircraft Noise Exposure and Children’s Cognition and Health: Exposure Effect Relationships and Combined Effects*”, financiado por el V Programa Marco europeo con el que se pretende estudiar el impacto del ruido (fundamentalmente del producido por aviones y tráfico) en una amplia muestra de la población escolar tanto de nuestro país, como en otros países europeos (Inglaterra, Suecia y Holanda), [LOPE08].

En el ámbito de la obra civil, los operarios se encuentran muchas veces sometidos a un excesivo nivel acústico. Este nivel acústico puede causar serios trastornos si la exposición al mismo se prolonga en un periodo de tiempo largo. Además de las afecciones producidas por el ruido al oído, éste actúa negativamente sobre otras partes del organismo, donde se ha comprobado que bastan 50 a 60 dBA para que existan enfermedades asociadas al estímulo sonoro. Los resultados de la última Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo realizada por la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo indican que el 30,2% de los trabajadores manifiestan estar expuestos a altos niveles de ruido durante al menos una cuarta parte de su jornada, [PARE07].

La sordera alcanza la categoría de enfermedad profesional en el Sistema de Seguridad Social, como un principio rector de la política social y económica en el artículo 40.2 de la Constitución Española, y como tal supone un mandato para la actuación de los poderes públicos.

A modo de resumen, en la Figura 2 se muestran los efectos asociados al ruido.



Figura 2: Efectos asociados al ruido.

Fuente: http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html#n1

La Tabla I compara algunos sonidos comunes y su efecto desde el punto de vista del daño potencial para la audición. Esta Tabla pertenece a la *Noise Pollution Clearinghouse*.

Tabla I: Niveles sonoros y respuesta humana.

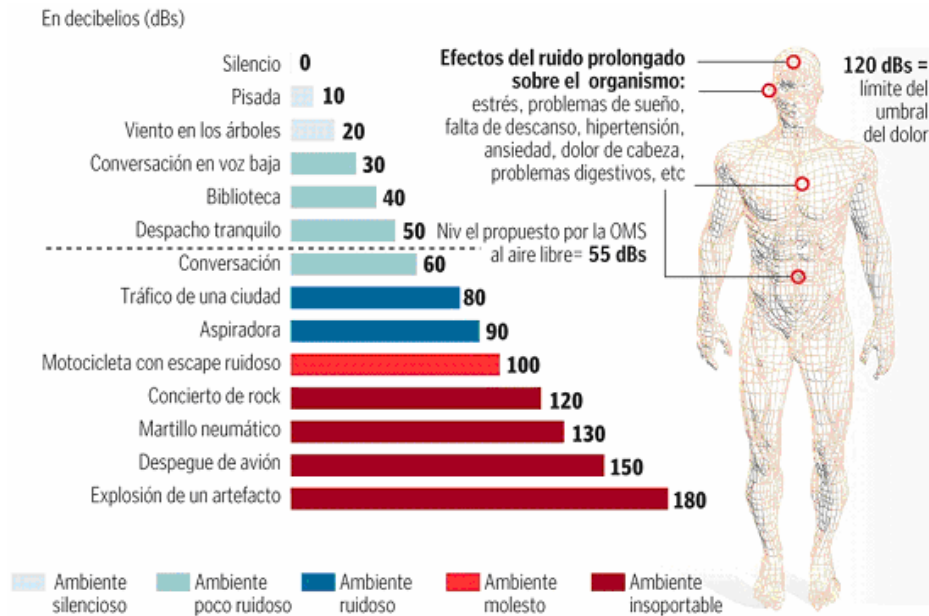
<i>Sonidos Característicos</i>	<i>Nivel de presión sonora (dB)</i>	<i>Efecto</i>
Zona de lanzamiento de cohetes (sin protección)	180	Pérdida auditiva irreversible
Sirena Antiaérea	140	Dolor fuerte
Trueno	130	

Despegue de jets (60m)	120	
Martillo neumático, concierto de rock	110	Extremadamente fuerte
Petardos	100	Muy fuerte
Tránsito urbano	90	Muy molesto
Reloj despertador (0,5m)	80	Molesto
Restaurante ruidoso, oficina	70	Difícil uso del teléfono
Conversación normal	60	Intrusivo
Tránsito de vehículos livianos (30 m)	50	Silencio
Dormitorio	40	
Biblioteca	30	Muy silencioso
Estudio de radio difusión	20	
	10	Apenas audible

En la Tabla II se muestra la relación entre la salud y los niveles de ruido.

Tabla II: Salud y niveles de ruido

Fuente: <http://jdleong.blogcindario.com/2010/01/index.html>



5. Marco legal

Los ruidos y vibraciones son los causantes de la contaminación acústica. En la medida en que ésta constituye un sinónimo de molestia y provoca una disminución de la calidad de vida de los habitantes de nuestras ciudades es deber de la Administración establecer las normas precisas que permitan garantizar los intereses legítimos de los ciudadanos.

La Constitución Española, en su artículo 40.2, establece como principio rector de la política social y económica que los poderes públicos velarán por la seguridad e higiene en el trabajo. Este mandato constitucional conlleva la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores y trabajadoras mediante la prevención de los riesgos derivados de su trabajo.

La Ley 37/2003 del 17 de noviembre, del ruido, define la contaminación acústica: como *“presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente”*.

En nuestro país, el Real Decreto 1367/2007 es una norma de carácter básico, aplicable por todas las administraciones públicas, que trata de asegurar unos objetivos mínimos comunes de calidad acústica ambiental en el ámbito estatal.

La Norma Básica de la Edificación, NBE-CA-88, Condiciones acústicas en los edificios, define el sonido como la *“sensación auditiva producida por una onda acústica. Cualquier sonido complejo puede considerarse como resultado de la adición de varios sonidos producidos por ondas senoidales simultáneas”*.

Esta misma Norma define el ruido como *“mezcla compleja de sonidos con frecuencias fundamentales diferentes. En un sentido amplio, puede considerarse ruido cualquier sonido que interfiere en alguna actividad humana”*.

La eficacia de las normas sobre protección del ambiente acústico precisa de un tratamiento integrado del problema que no sólo establezca procedimientos de cuantificación del ruido, sino que defina acciones concretas de corrección y prevención. En 1986, con el Acta Única Europea (AUE), comienza un segundo periodo que, en materia de Prevención de Riesgos Laborales, supone una modificación de los textos normativos referidos a este ámbito. Con este acta la seguridad y salud del trabajador toma mayor relevancia y prioridad como derecho social del trabajador comunitario.

Con esto se pretende crear un espacio social único, mediante la cesión de competencias por parte de los Estados miembros a la Institución Europea. A partir de 1986, la Comunidad Europea se da cuenta que, para crear dicho espacio social, debe incidir en los derechos sociales de los ciudadanos. El colectivo de trabajadores se vio priorizado por el realce de dichos derechos, siendo el más priorizado el que regula la prevención de riesgos laborales. A partir de este momento, se comienzan a aprobar

Directivas Comunitarias sobre la cuestión que resultan más importantes cualitativamente que las anteriores al Acta Única Europea.

La AUE, en su Artículo 21, obliga al Consejo a aprobar directivas para regular la Seguridad y Salud del trabajador. Del mismo modo, en su Artículo 118 a), obliga a los Estados miembros a promover políticas en materia de prevención.

El Programa de Acción Social de 1987 gesta la Directiva Marco 89/391/CEE del Consejo, de 12 de Junio de 1989, relativa a la Aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, y se estructura en cuatro bloques referentes a la formación e información del trabajador comunitario, la seguridad y salud., la seguridad y salud en las PYME's. y la seguridad y ergonomía en el trabajo.

Esta directiva se aplica por igual a todos los trabajadores y empresarios europeos, con independencia de la actividad o sector productivo, y da lugar en el ordenamiento interno español a la Ley 31/95 de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. Se establecen así obligaciones no solo para los empresarios sino también para los trabajadores que, deberán velar por su propia seguridad y colaborar en todas las actividades relativas a la seguridad y salud dentro de las instalaciones. Por su parte, los empresarios están obligados a dar formación e información a los trabajadores en el ámbito de la prevención de riesgos en el lugar de trabajo.

La consulta y participación del trabajador dentro del programa de prevención de riesgos laborales deriva de la obligación para los Estados miembros de crear figuras representativas y específicas dentro de este ámbito. En España, se ha creado la figura de Delegado de Prevención y el Comité de Seguridad y Salud.

La Directiva 89/391/CEE, en su Artículo 16, establece que el legislador aprobará directivas específicas, a través de las cuales se puedan cubrir los riesgos específicos, que la Directiva Marco no pueda contemplar por su carácter general

En septiembre de 1990, el Parlamento Europeo adoptó una Resolución donde se invita a la Comisión Europea a la elaboración de una directiva específica en el ámbito de los riesgos relacionados con el ruido, las vibraciones y con cualquier otro agente físico en el lugar de trabajo.

En España, la norma marco es la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales con sus correspondientes Reales Decretos o Reglamentos. La norma marco y las Directivas específicas se concretan en el Ordenamiento Interno a través de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y los Reglamentos o Reales Decretos.

Posteriormente el Parlamento Europeo y el Consejo adoptaron la Directiva 2002/44/CE de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los

trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos como las vibraciones (decimosexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)

En una segunda etapa, se considera adecuado adoptar medidas que protejan a los trabajadores de los riesgos derivados del ruido debido a sus efectos sobre la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular los daños en el oído. Estas medidas tienen como objetivo fundamental garantizar la seguridad de cada operario por separado, sino también crear una base mínima de protección que evite posibles distorsiones de la competencia.

El conocimiento científico de los posibles efectos sobre la salud y la seguridad de la exposición al ruido no basta para poder establecer niveles precisos de exposición que cubran todos los riesgos para la seguridad y la salud. Por ello es necesario establecer un sistema de protección contra el ruido que refleje los objetivos que se quieren alcanzar, los principios que han de respetarse y las magnitudes fundamentales que han de utilizarse para el desarrollo y alcance de las disposiciones fijadas en la normativa.

La reducción de la exposición al ruido se logra de manera más eficaz mediante la aplicación de medidas preventivas a partir de la concepción de los puestos y zonas de trabajo, así como mediante la elección de los equipos, procedimientos y métodos de trabajo, de manera que se dé prioridad a la reducción de los riesgos en su origen, se define como condición de trabajo a cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para el trabajador, se incluyen: locales y equipos del centro de trabajo, agentes físicos y químicos del ambiente, la organización y el tiempo de trabajo, etc. (Artículo 4 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales).

En el Artículo 15, de la ley 31/1995, apartados d) y g) se definen dos de los principios la acción preventiva:

- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo, y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Planificar a la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

Los Reales Decretos que reflejan lo anteriormente citado son los siguientes:

- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- REAL DECRETO 773/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Esto debe realizarse en conformidad con el apartado 2 del Artículo. 6 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores. Bajo este contexto, hay que tener en cuenta que las medidas de protección colectiva tienen prioridad sobre las medidas de protección individual.

Se hace necesario el establecimiento de valores límite de exposición con el fin de evitar daños irreversibles en el aparato auditivo de los trabajadores teniendo en cuenta que el ruido que llega al oído debe mantenerse por debajo de los valores límite de exposición. Para la evaluación correcta de la exposición de los trabajadores al ruido es conveniente aplicar un método objetivo de medición como puede ser el método definido por la Norma ISO 1999:1990 (Acústica – Determinación de la exposición a ruido laboral y estimación de la pérdida auditiva inducida por ruido)

En la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003, elaborada con arreglo al apartado 1 del Artículo. 6 de la Directiva 89/391/CEE, establece las disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud originados o que puedan originarse por la exposición al ruido, en particular los riesgos para el oído. Las disposiciones de la citada directiva 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.

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. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrá en cuenta el efecto producido por dichos protectores.

Los equipos utilizados para la evaluación del riesgo se adecuan a las condiciones reales de trabajo, teniendo en cuenta, en particular, las características del ruido que se va a medir, la duración de la exposición, los factores ambientales y las propias características de los aparatos.

En virtud de lo dispuesto en el apartado 3 del Artículo. 6 de la Directiva 89/391/CEE, se evalúan los riesgos prestando especial atención a los siguientes aspectos:

- a) El nivel, tipo y duración de la exposición, incluida toda exposición a ruido de impulsos.
- b) Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción previstos en el Artículo. 3 de la Directiva 2003/10/CE.
- c) Todos los efectos que guardan relación con la salud y la seguridad de los trabajadores que pertenezcan a grupos expuestos a riesgos especialmente sensibles.
- d) Todos los efectos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas relacionadas con el trabajo y, entre el ruido y las

vibraciones. Se tendrán en cuenta en la medida de lo posible siempre y cuando sea tecnológicamente viable.

- e) Todos los efectos indirectos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivado de la interacción del ruido y las señales acústicas de alarma y otros sonidos a que deba atenerse para reducir el riesgo de accidentes.
- f) La información sobre emisiones sonoras facilitada por los fabricantes de equipos y máquinas de trabajo con arreglo a lo dispuesto en las directivas comunitarias pertinentes.
- g) La existencia de equipos de sustitución concebidos para reducir la emisión del ruido.
- h) La prolongación de la exposición al ruido después del horario de trabajo bajo la responsabilidad del empresario.
- i) Las condiciones de trabajo específicas.
- j) En la medida de lo posible, se tendrá en cuenta la información recogida en el control de la salud incluida la información publicada.

Teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas del 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.

Con los objetivos básicos de prevenir y mejorar la salud y el bienestar de los ciudadanos contra los efectos nocivos de la contaminación medioambiental y, en especial, en lo que respecta a la contaminación acústica y, dado que gran parte de la responsabilidad y competencia en materia de seguimiento, control y la posterior adopción de medidas corresponde a los Ayuntamientos, es necesario establecer un modelo tipo de Ordenanza Municipal sobre normas de protección acústica, que tenga carácter de marco básico, para que los Ayuntamientos dispongan de un instrumento normativo homogéneo.

Los Ayuntamientos, dentro del ámbito de aplicación de esta Ordenanza, son competentes para hacer cumplir *la normativa comunitaria, la legislación estatal y la de la Comunidad Autónoma, en materia de protección acústica.*

Por todo esto, en la Resolución de 23-04-2002 de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente (D.O.C.M. N^o 54 DE 3 DE MAYO DE 2002), se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal sobre normas de protección acústica.

En virtud de lo dispuesto y de conformidad con lo establecido en el título II de esta Ordenanza, habrá que prestar especial atención a:

- a) La obligatoriedad de la presentación del Estudio Acústico.
- b) La memoria describirá la actividad, con indicación especial del horario de funcionamiento previsto.
- c) Con la memoria se acompañarán los planos de los detalles constructivos proyectados.
- d) La memoria contendrá:

- Identificación de todas las fuentes de ruido con estimación de sus niveles de potencia sonora.
 - Planos de situación con la ubicación de todas las fuentes de ruido.
 - Planos de medidas correctoras y aislamientos acústicos.
- e) En la memoria se calculará el nivel de emisión de los focos de conformidad con lo establecido en el título II de esta Ordenanza.
- f) Se comprobará la idoneidad de las medidas adoptadas de prevención acústica

En el supuesto de producción de ruidos, contraviniendo esta Ordenanza, provoquen riesgo de grave perjuicio para la salud de las personas, los agentes municipales competentes propondrán la suspensión inmediata del funcionamiento de la fuente perturbadora.

En 2006, se publica el RD.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. Este R.D. consta de doce artículos, dos disposiciones adicionales, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, dos disposiciones finales y tres anexos. La norma establece una serie de disposiciones mínimas que tienen como objeto 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; regula las disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados de la exposición al ruido se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible, e incluye la obligación empresarial de establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y/o organizativas (corregido por Corrección de erratas de 24 de marzo de 2006) destinadas a reducir la exposición al ruido, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción; determina los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, especificando las circunstancias y condiciones en que podrá utilizarse el nivel de exposición semanal en lugar del nivel de exposición diaria para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos; prevé diversas especificaciones relativas a la evaluación de riesgos, estableciendo, en primer lugar la obligación de que el empresario efectúe una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido, e incluyendo una relación de aquellos aspectos a los que el empresario deberá prestar especial atención al evaluar los riesgos; incluye disposiciones específicas relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual; especifica que los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición; recoge dos de los derechos básicos en materia preventiva, como son la necesidad de formación y de información de los trabajadores, así como la forma de ejercer los trabajadores su derecho a ser consultados y a participar en los aspectos relacionados con la prevención; se establecen disposiciones relativas a la vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos por exposición a ruido.

En nuestro país, el Real Decreto 1367/2007 es una norma de carácter básico, aplicable por todas las administraciones públicas, que trata de asegurar unos objetivos mínimos comunes de calidad acústica ambiental en el ámbito estatal.

Por su importancia en el diseño de nuevas edificaciones es de destacar lo dispuesto por el Código Técnico de la Edificación (CTE) en la DB-HR sobre Protección Básica contra el ruido. El Documento Básico (DB) HR – Protección frente al ruido tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico "Protección frente al ruido". El objetivo del requisito básico DB-HR consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, así como para limitar el ruido reverberante de los *recintos*. CTE DB-HR contiene mayores exigencias de confort y protección frente al ruido que la anterior normativa NBE A-88, que responde a la Ley de Ordenación e la Edificación (LOE).

Por otro lado, es de destacar además que las Ordenanzas Municipales de distintos Ayuntamientos, entre ellos el de Madrid, contienen normativa más restrictiva que la comunitaria o autonómica.

Tomando la Comunidad de Madrid como ejemplo, podemos realizar un compendio de normativa de ruido y vibraciones. .

- DECRETO 78/1999, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid.
- LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido
- Ordenanza de Protección de la Atmósfera contra la Contaminación por Formas de Energía, del 31 de mayo del 2004
- REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- Ordenanza de Protección contra Contaminación Acústica y Térmica de 14 de Marzo de 2011.

La vigilancia de la salud es una herramienta clave en el proceso de prevención de riesgos para la salud de los trabajadores derivados de su exposición al ruido. La Vigilancia de la Salud tiene un carácter voluntario. No obstante el trabajador deberá someterse obligatoriamente a dicha Vigilancia, en los casos especiales que dispone la ley, sobre todo cuando de su estado de salud dependa la seguridad de otros trabajadores.

6. Referencias

- [AVIL01] Ávila R; Prado L; Gonzáles E (2001) Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana. Universidad de Guadalajara. Centro de Investigaciones en Ergonomía.
- [BERG95] Berglund B. Lindvall T. (1995) Community Noise. Archives of the Center for Sensory Research. Stockholm University and Karolinska Institutet, Stockholm
- [BRON75] Bronzaft, A. L. & McCarthy, D. (1975). The effect of elevated train noise on reading ability. *Environment and Behaviour*, 7, 517-528.
- [EVAN01] Evans, G.W., Lercher, P., Meis, M., Ising, H. y Kofler, W.W. (2001). Community noise exposure and stress in children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109, 3, 1023-1027.
- [EVAN04] Evans, G.W. y Stecker, R. (2004). Motivacional consequences of environmental stress. *The Journal of Environmental Psychology*, 24, 2 143-165.
- [EVAN87] Evans, G.W. y Cohen, S. (1987). Environmental stress. D. Stokols & I. Altman (Eds.), *Handbook of environmental psychology* (pp. 571–610). New York: Wiley.
- [FERN00] Fernández Laforga, “Conceptos físicos de la ondas sonoras”, Física y Sociedad, Revista del Colegio Oficial de Físicos, nº11, 2000
- [FIEL87] J.M.Fields y F.L.Hall, (1987). Community effects of noise. *Transportation noise. Reference book* (p.Nelson, ed), Butterworths, London.
- [GOME92] M.Gómez-Cano.- “Visión actual de la problemática del ruido industrial”.- Proceedings de las Jornadas Nacionales de Acústica, pág. 237-240, Pamplona (1992).
- [GRIE00] Griefahn B., Scheumer-Kohrs A., Scheumer R., Moehler U., Mehnert P. (2000). Physiological, subjective and behavioural responses during sleep to noise from rail and road traffic. *Noise & Health* 3; 9: 59-71
- [HYGG93] Hygge, S. (1993). Classroom experiments on the effects of aircraft, road traffic, train and verbal noise presented at 66 dBA Leq, and of aircraft and road traffic presented at 55 dBA Leq, on long term recall and recognition in children aged 12-14 years, en M. Vallet. *Noise as a public Health Problem: Proceedings of the Sixth International Congress*, 2,, 531-538. Arcueil, France: INRETS.

[JIME99] Juan Jiménez Cervantes (1999). Incidencias del ruido en la salud. Trabajo presentado en las Jornadas contra el Ruido organizadas por la Asociación de Vecinos de San Lorenzo. Universidad de Murcia.

[JIME01] Jiménez de la Torre, Fátima; López Barrio, Isabel (2001). Impacto del ruido de tráfico en los procesos de atención y memoria de los escolares. *Tecniacústica 2001*

[JONE99] Jones, M.; Alford, D.; Bridges, A.; Tremblay, S., Macken, B. (1999). Organisational Factors in Selective Attention: The Interplay of Acoustic Distinctiveness and Auditory Streaming in the Irrelevant Sound Effect. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 25, 464-473

[KARJ99] Karjalainen A, Virtanen S, European statistics on occupational diseases «Evaluation of the 1995 pilot data». *Population and social conditions* 3. 1999; 2: 1-83

[LLAN02] Llaneza, F.J. 2002 Ergonomía y Psicología Aplicada. Manual para la formación del especialista. Editorial Lex Nova

[KRYT85] K.D. Kryter (1985). The effects of noise on man. *Academic Press, Orlando*

[LEAT03] Leather, P., Beale, D. y Sullivan, S. (2003). Noise, psychosocial stress and their interaction in the workplace. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 2, 213-222

[LOPE86] López Barrios, I. (1986). Efectos sociopsicológicos del ruido. F. Jiménez Burillo y J. I. Aragonés (Coords.). *Introducción a la Psicología Ambiental* (pp. 127-146). Madrid: Alianza.

[LOPE97] López Barrio, I. y Carles, José L. “La calidad sonora de Valencia. Espacios sonoros representativos”, Fundación Bancaixa, (1997)

[LOPE98] López Barrios, I. (1998). Factores físicos medioambientales. J. I. Aragonés y M. Amérgo (Coords), *Psicología Ambiental* (pp. 77-99).

[LOPE00] Adriana Carolina López Ugalde¹ Germán E. Fajardo Dolci, Rogelio Chavolla Magaña, Adriana Mondragón González¹ Mayra I. Robles (2000). Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. *Rev Fac Med UNAM Vol.43 No.2 Marzo-Abril*.

[LOPE08] Isabel López Barrio, Jose Luis Carles y Karmele Herranz, (2008). El estudio de los aspectos perceptivos en la acústica ambiental. *Revista de Acústica. Vol. XXXI. Nos 3 y 4*

[MADR91] Concejalía de Medio Ambiente-Sociedad Española de Acústica, Madrid (1991). El ruido en la ciudad. Gestión y Control

[MART03] Martimportugués, C., Gallego, J. y Ruiz, F.D. (2003). Efectos del ruido comunitario. *Revista de Acústica*, 34, 1-2, 30-39.

[MARZ09] Antonio Marzzano (2009). Efectos del ruido en el hombre. *Consulta realizada el 25 de mayo de 2010 en* <http://www.ceasonido.cl/documentos/documentos/Efectos%20del%20ruido%20en%20el%20hombre.pdf>

[MAXW00] Maxwell, L.E. y Evans, G.W. (2000). The effects of noise on pre-school childrens` pre-reading skills. *Journal of Environmental Psychology*, 20, 1 91-97

[MIYA99] Miyara, Federico (1999). Acoustic Violence: A New Name for an Old Social Pain. *Hearing Rehabilitation Quarterly (League for the Hard of Hearing, Nueva York, USA)*. Vol 24, No 1. Abril de 1999, pp 18-21, 29

[MIYA07] Miyara, Federico (2007). Ruido, juventud y derechos humanos. I Congreso Argentino-Latinoamericano de Derechos Humanos: Una mirada desde la Universidad. Rosario, Argentina.

[NIDC02] Nacional Institute of Deafness and Ohter Communication Disorders (2010). El ruido en sus oídos. *Consultado el 10/06/10 en* <http://www.nidcd.nih.gov/health/spanish/noiseinear.asp>

[OGID09] Ogido R, Costa EA, Machado H.C. (2009). Prevalence of auditory and vestibular symptoms among workers exposed to occupational noise. *Rev Saude Publica* 2009; 43(2):377-380.

[OMS99] Organización Mundial de la Salud (OMS), (1999). Guidelines for Community Noise. *Consulta realizada el 15/07/10 en* <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> y en <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/ruido/ruido2.pdf>

[PARE07] Parent-Thirion A, Fernández Macías E, Hurley J, Vermeylen G., (2007). Fourth European Working Conditions Survey. *Consulta realizada el 15/05/10 en* www.eurofound.europa.eu/publications/htmlfiles/ef0698.htm

[PERE89], G.Pérez.- “Aproximación a la problemática del ruido industrial en España”.- Proceedings de las Jornadas Nacionales de Acústica, pág. 143-161, Zaragoza (1989).

[RAFF02] Raffaello M. y Maass, A. (2002). Chronic Exposure To Noise In Industry: The Effects on Satisfaction, Stress Symptoms, and Company Attachment. *Environment and Behavior*, 34, 5, 651-671.

[SEGU07] Fernando Segué “*Conceptos básicos del ruido ambiental*”, 2009
http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/acustica/conceptos_basicos/pdf/contaminacion_acustica.pdf

24. Laura Abad Toribio, David Colorado Aranguren, David Martín Ruiz, M^a Jesús Retana
Maqueda

[SMIT30] Smith, E.L. and Laird, D.A. (1930). The Loudness of Auditory Stimuli Which Affect Stomach Contractions In Healthy Human Beings. *Journal of the Acoustic Society of America*, 2, p94-98, 1930

[TUNA08] Tunay M, Melemez K. (2008). Noise induced hearing loss of forest workers in Turkey. *Pak J Biol Sci* 2008; 11(17):2144-2148.