

**Universidad Miguel Hernández.
Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales.**



Evaluación de la exposición al ruido en un Centro Hospitalario.

Trabajo de Fin de Máster. Curso académico 2016-2017.

**Autora: Verónica Aranaz Ostáriz.
Tutora: Fuensanta García Orenes.**



“Pero cuando haya suprimido todo aquel dolor y sufrimiento que en los pacientes son los síntomas, no de su enfermedad, sino de la ausencia de los ya mencionados elementos esenciales para que se realice el proceso reparador de la naturaleza, entonces sabremos cuáles son los síntomas de la enfermedad.”

Florence Nightingale.

ÍNDICE:

1. Resumen.....	4.
2. Introducción.....	6.
2.1. Definiciones y conceptos.....	6.
2.1.1. Conceptos fundamentales.....	7.
2.2. Marco histórico y legal.....	9.
2.3. Efectos del ruido sobre la salud.....	12.
2.4. Medición del ruido.....	15.
2.5. El ruido en el medio hospitalario.....	22.
3. Justificación.....	26.
4. Objetivos.....	27.
4.1. Objetivo principal.....	27.
4.2. Objetivos específicos.....	27.
5. Material y métodos.....	28.
6. Resultados.....	30.
7. Conclusiones.....	39.
8. Bibliografía.....	44.

1. RESUMEN.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el ruido como todo sonido indeseable cuyas consecuencias son una molestia para el público, con riesgo para su salud física y mental.

Hasta hace unas décadas, la contaminación acústica era considerada como una cuestión inherente al desarrollo, y no fue hasta el año 1972 cuando la OMS catalogó al ruido como una forma más de contaminación con poder de provocar un efecto negativo en la salud y el bienestar de las personas.

En España, la contaminación acústica se encuentra regulada mediante 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, que transpone la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y tiene por objeto la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

El medio hospitalario debería ser un lugar tranquilo y silencioso en el que el personal sanitario pusiera llevar a cabo su trabajo de la manera más segura y adecuada, y en el que los paciente pudieran disfrutar del descanso necesario para una pronta y adecuada recuperación de sus dolencias. Esto no suele ser así. Por lo tanto, en el presente trabajo hemos querido evaluar la exposición al ruido que sufren los trabajadores y pacientes del Hospital Sant Joan d'Alacant en tres lugares diferentes: en la Sala de Hospitalización de Cirugía General, en un quirófano de Cirugía General y en una Sala de Urgencias. Asimismo, hemos querido proponer una serie de medidas correctoras, preventivas u organizativas para intentar disminuir el grado de contaminación acústica y sus nefastas consecuencias.

En los tres escenarios monitorizados no se han superado los niveles límite establecidos en el RD 286/2006 a partir de los cuales es necesario llevar a cabo una evaluación o incluso realizar alguna acción correctora. Sin embargo, los niveles de exposición diaria superan en los tres lugares en el turno diurno los niveles de 55 dB (A), lo que produce un discomfort acústico que finalmente perturba el mantenimiento de la atención y la concentración.

En cuanto al turno nocturno, del mismo modo que el diurno, se sobrepasan los valores de discomfort acústico, excepto en el quirófano en donde el trabajo nocturno únicamente depende de las intervenciones urgentes y por tanto, no siempre se encuentra operativo.

Por otro lado, la OMS no recomienda superar los 30 dB durante la noche para poder llevar a cabo un adecuado descanso nocturno, y en este caso en todos los lugares medidos se superan ampliamente estos 30 dB.

Por último, entre las medidas que ayudan al correcto control del ruido en el ámbito hospitalario, queremos destacar por su sencillez y fácil aplicación las siguientes: guardar el orden en los cambios de turno del personal, responder rápidamente a las alarmas de los pacientes, limitar el acceso de entrada del público a las salas de hospitalización a determinadas horas, limitar el número de familiares y acompañantes por paciente, limitar el uso de teléfonos móviles en determinadas áreas del hospital, limitar la presencia de familiares y acompañantes en los pasillos del hospital, divulgar y concienciar a la población de la importancia de este problema mediante charlas formativas al personal sanitario y folletos a los usuarios del sistema de salud, etc. Además existen otras medidas, quizá algo más costosas, pero no menos efectivas, como sustituir las ruedas de los carros de alimentación, lencería y medicación por ruedas de un material menos ruidoso como la silicona, por ejemplo; sustituir las alarmas de los pacientes por señales luminosas, instalar sonómetros en diferentes lugares del hospital con aviso luminoso cuando se superen los niveles recomendados, etc.

Algunas de estas medidas parecen de fácil y rápida aplicación, por lo que quizá sería interesante mejorar la divulgación de este tipo de estudios para favorecer la implantación de estas medidas correctoras o preventivas por parte de las direcciones médicas de los hospitales.

2. INTRODUCCIÓN.

2.1. Definiciones y conceptos.

El sonido es la sensación o impresión producida en el oído por un conjunto de vibraciones que se propagan por un medio elástico (en general el aire), y se propaga a modo de ondas de presión, parecidas a las que se forman en el agua al caer una piedra. La velocidad de propagación depende de las propiedades elásticas e inerciales del medio.

La Real Academia de Española (RAE) define el ruido como un sonido inarticulado, por lo general desagradable. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo define como todo sonido indeseable cuyas consecuencias son una molestia para el público, con riesgo para su salud física y mental.

Hasta hace relativamente pocos años, la contaminación acústica era considerada como una cuestión inherente al desarrollo, algo inevitable con lo que el ser humano tenía que convivir, y no fue hasta el año 1972 cuando la OMS catalogó al ruido como una forma más de contaminación con poder de provocar un efecto negativo en la salud y el bienestar de las personas. Así, la situación es aún más crítica, si consideramos que las fuentes de ruido son cada vez más numerosas y con mayores niveles de emisión tanto en el interior como en el exterior de las edificaciones, debido al desarrollo social, industrial, cultural, etc. En consecuencia, es a partir de este año cuando se inicia la toma de conciencia del problema, y se empiezan a desarrollar investigaciones dirigidas tanto al diagnóstico como a las posibles soluciones.

Existen varios tipos de legislación y normativa en relación con el ruido, algunas de las cuales se refieren específicamente al ruido, y otras lo incluyen como parte de una problemática más amplia. La legislación laboral, protege directa o indirectamente al trabajador, para lo cual regula los niveles de exposición a ruidos, así como las posibles medidas de prevención. La legislación nacional vigente, que incluye estas medidas para limitar y prevenir el daño provocado por dichos niveles de ruido desde una perspectiva de salud laboral, es la del 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, que transpone la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y tiene por objeto la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Además contiene las disposiciones encaminadas a evitar o reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible.

2.1.1. Conceptos fundamentales.

- Tipos de ruido:

- I. **Ruido estable:** Es aquel cuyo nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante. La diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} debe ser inferior a 5 dB.
- II. **Ruido periódico:** Es aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.
- III. **Ruido aleatorio:** Es aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB, variando aleatoriamente a lo largo del tiempo.

- **Frecuencia:** Es la cantidad de veces que la onda sonora se repite por unidad de tiempo. Se mide en hercios (Hz) y determina el tono. El oído humano solo percibe las ondas sonoras comprendidas en el rango de 20 a 20.000 Hz (espectro audible). Dependiendo de la frecuencia el sonido tendrá un tono grave (baja frecuencia) o agudo (alta frecuencia). Las frecuencias altas o agudas son más perjudiciales para la salud que las graves.

Por debajo de los 20 Hz entramos en el espacio acústico de los infrasonidos y por encima de los 20.000 Hz en el de los ultrasonidos.

- **Nivel de presión acústica (L_p):** es una medida de la cantidad de energía asociada al ruido, es decir, de la variación de presión sobre la presión atmosférica que se produce cuando una onda sonora se propaga en un medio elástico como el aire.

$$dB = 10 \log (p/p_0)^2$$

P = valor de la presión acústica

P₀ = presión de referencia (2×10^{-5} Pa)

La unidad de medida es el decibelio (dB).

El rango del sonido está comprendido entre 0 dB (umbral de audición) y 140 dB (umbral de dolor). Entre 100-120 dB, el ruido es inconfortable. A 130 dB se sienten crujidos. Entre 130-140 dB la sensación es dolorosa, y a partir de 160 dB el efecto es devastador.

- **Potencia acústica:** es la cantidad de energía bajo forma acústica que emite un foco sonoro en unidad de tiempo. Se mide en vatios (W).

- **Intensidad acústica:** es la cantidad de energía que, en la unidad de tiempo atraviesa una unidad de superficie situada perpendicularmente a la dirección de propagación de las ondas sonoras. Se mide en vatios/m².

- **Nivel de Presión acústica ponderado A (L_{pA}):** Es el valor de presión acústica en decibelios, determinado con el filtro de ponderación de frecuencia A. Se mide en dB (A).

-**Filtro de ponderación frecuencial:** Una de las principales características del oído humano es que tiene un comportamiento desigual con el aumento de la presión sonora a las distintas frecuencias, atenuando las de 20 a 1000 Hz, amplificando las de 1000 a 5000 Hz y volviendo a atenuar de 5000 Hz en adelante. El filtro de ponderación frecuencial es una aproximación a la forma en la que el oído humano percibe la vibración para conseguir una buena correlación entre el nivel de vibración medido y la sensación subjetiva o impacto producido por ella. Para ello se le da más peso a la medición de aquellas frecuencias a las cuales el oído humano es más sensible.

-**Nivel de exposición diario equivalente (L_{Aeq,d}):** Es el nivel de exposición sonora normalizado a 8 horas considerando todos los tipos diferentes de ruidos existentes en el trabajo a los que se encuentra expuesto.

-**Nivel de pico (L_{pico}):** es el valor máximo de presión acústica instantánea a que está expuesta el trabajador con el filtro de ponderación frecuencial C.

2.2. Marco histórico y legal.

Los efectos nocivos del ruido sobre el bienestar y la salud humana son conocidos desde hace siglos. En el año 600 a. C. se documenta que los artesanos que trabajaban con el martillo en la Ciudad de Sibaris (Calabria, Italia) eran obligados a desplazarse fuera de las murallas de la ciudad para evitar molestias a los ciudadanos.

En 1973 Bernardino Ramazzini, considerado el fundador de la medicina del trabajo, relacionó en su libro “De morbisartificum” el problema que sufrían determinados colectivos como los herreros de padecer sordera.

Florence Nightingale, precursora de la enfermería profesional moderna, declara en 1859 “ El ruido innecesario es la falta de cuidado más cruel ya sea a enfermos o a sanos”.

No obstante, como se ha mencionado anteriormente, no es hasta la declaración de la Organización Mundial de la Salud en 1972 en la que se cataloga al ruido como una forma más de contaminación cuando se llega a tomar realmente conciencia del problema, y se empieza a investigar en diagnósticos y soluciones.

A nivel legal podemos destacar dos ámbitos:

A. Legislación Europea

- 1) Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002 - Evaluación y gestión del ruido ambiental.
- 2) Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- 3) Norma internacional IEC 61672 y equivalente europea UNE EN 61672:

- UNE EN 61672-1: Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones.
- UNE EN 61672: Electroacústica. Sonómetros. Parte 2: Ensayos de evaluación de modelo.

B. Legislación nacional

- 1) Ley 37/2003, de 17 de noviembre, Ley del Ruido.
- 2) R.D. 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental .
- 3) R.D. 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.
- 4) R.D. 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.
- 5) R. D. 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.

A los efectos de este real decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

- Valores límite de exposición: $L_{Aeq,d} = 87$ dB(A) y $L_{pico} = 140$ dB (C).
- Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 85$ dB(A) y $L_{pico} = 137$ dB (C).
- Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 80$ dB(A) y $L_{pico} = 135$ dB (C).

Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

En circunstancias debidamente justificadas y siempre que conste de forma explícita en la

evaluación de riesgos, para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, a efectos de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido para evaluar los niveles a los que los trabajadores están expuestos, a condición de que:

- a) el nivel de exposición semanal al ruido, obtenido mediante un control apropiado, no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A), y
- b) se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

Existen otros documentos, que aunque no tienen carácter legislativo, si tienen carácter oficial. **El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)** publica varias **Notas Técnicas de Protección (NTP)** relativas a la temática del ruido, que abordan aspectos relacionados con la gestión de su exposición, estrategias de su medición y evaluación, y con las acciones de control de dicha exposición. Estas NTPs viene a unificar criterios que no se encuentran suficientemente desarrollados en los anexos de los diferentes textos legislativos. Es decir, las NTPs sirven de guías técnicas con las que llevar a cabo las acciones no suficientemente definidas o desarrolladas en los documentos legislativos.

- NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.
- NTP 284: Audiometría tonal liminar: exploraciones previas y vía aérea.
- NTP 285: Audiometría tonal liminar: vía ósea y enmascaramiento.
- NTP 287: Hipoacusia laboral por exposición al ruido: Evaluación clínica y diagnóstico.
- NTP 366: Envejecimiento y trabajo: audición y motricidad.
- NTP 503: Confort acústico: el ruido en oficinas.
- NTP 638: Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.
- NTP 950: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición.
- NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II):

tipos de estrategias

- NTP 952: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación.
- NTP 960: Ruido: control de la exposición (I). Programa de medidas técnicas o de organización.

2.3. Efectos del ruido sobre la salud.

La OMS define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social y no sólo la ausencia de enfermedad, y reconoce el disfrute del más alto nivel posible de salud como uno de los derechos fundamentales de todo ser humano. El ruido ambiental es una amenaza para la salud pública, que tiene efectos negativos sobre la salud y el bienestar. Con el fin de apoyar los esfuerzos de los Estados Miembros para proteger la salud de la población de los niveles nocivos de ruido, la OMS publicó en 1999 directrices para control del ruido comunitario, que incluye valores orientativos. Desde entonces, y tras múltiples investigaciones, se vienen acumulando pruebas sobre los efectos del ruido en la salud.

Los principales efectos adversos sobre la salud reconocidos por la OMS y otros organismos como la Agencia de Protección Ambiental de EEUU, y el Programa Internacional de Seguridad Química son:

- 1) Efectos auditivos: discapacidad auditiva incluyendo tinnitus, dolor y fatiga auditiva.
- 2) Perturbación del sueño.

De acuerdo con la OMS, el nivel de sonido equivalente L_{ea} 8 h durante el sueño no debería ser superior a 30 dBA y los eventos únicos de ruido L_{max} no deberían exceder los 45 dBA. El ruido durante el sueño provoca:

- Incremento del movimiento corporal.
- Excitación de los sistemas nervioso central y vegetativo.
- Cambios en la secreción de hormonas “activadoras”.

Todo ello conlleva a un empeoramiento de la calidad del sueño.

3) Efectos cardiovasculares.

Las exposiciones agudas al ruido activan las respuestas nerviosas y hormonales, conduciendo a incrementos temporales de la presión sanguínea, la frecuencia cardíaca y vasoconstricción. También se registran cambios del patrón respiratorio y arritmias cardíacas.

Los individuos expuestos a ruido ocupacional o medioambiental muestran que la exposición de suficiente intensidad y duración incrementa la frecuencia cardíaca y la resistencia periférica, provocando un aumento de la presión sanguínea. También aumenta la viscosidad de la sangre y los niveles de lípidos, así como elevación de los niveles de epinefrina, norepinefrina y cortisol. El ruido súbito e inesperado provoca del mismo modo reacciones reflejas.

4) Respuestas hormonales (hormonas del estrés) y sus posibles consecuencias sobre el metabolismo humano y el sistema inmune.

Existe una relación entre el estrés inducido por el ruido y los niveles de cortisol durante y después de la exposición al ruido. La regulación rítmica del cortisol es un factor importante a la hora de sobrellevar efectivamente el estrés físico o psicológico.

En cuanto al sistema inmune, en la alteración del eje de activación hipotálamo-hipofisario-renal mediada por el estrés, hay evidencia de que estas acciones suprimen aspectos del funcionamiento del sistema inmune, incrementando la susceptibilidad a las infecciones virales. Parece que el estrés crónico con una liberación continua de hormonas de estrés conduce a una elevación del umbral al cual la función inmune se activa, permitiendo una inmunidad reducida frente a las infecciones. El estrés crónico parece deteriorar la capacidad del sistema inmune para responder a los glucocorticoides que son responsables normalmente de terminar una respuesta inflamatoria.

5) Rendimiento en el trabajo.

La contaminación acústica interfiere con la capacidad para comprender una conversación normal y puede conducir a un número de discapacidades personales, minusvalías y cambios en el comportamiento. Estos incluyen problemas para la concentración, fatiga, incertidumbre, falta de autoconfianza, irritación, malentendidos, disminución de la capacidad de trabajo, perturbación de las relaciones interpersonales y reacciones de estrés.

6) Efectos sobre la salud mental.

No se considera la contaminación acústica una causa de enfermedad mental pero se asume que acelera e intensifica el desarrollo de desordenes mentales latentes. La contaminación acústica puede causar o contribuir a los siguientes efectos adversos: ansiedad, estrés, nerviosismo, náuseas, dolor de cabeza, inestabilidad emocional, tendencia a la discusión, impotencia sexual, cambios de humor, incremento en conflictos sociales, neurosis, histeria y psicosis.

7) Efectos sobre fetos y recién nacidos.

La cóclea y las terminaciones periféricas sensoriales son órganos que completan su desarrollo normal en la semana 24 de gestación. Observaciones ultrasonográficas de respuestas tipo guiño-mirada fija a estimulación vibroacústica se observan por primera vez en las semanas 24 o 25 de gestación y están presentes de forma consistente después de la semana 28, indicando maduración de las rutas auditivas del sistema nervioso central. El umbral de audición (la intensidad a la cual se percibe el sonido) en las semanas 27 a 29 de gestación es aproximadamente de 40 dB y decrece a un nivel cercano al adulto de 13.5 dB en la semana 42 de gestación indicando una maduración postnatal continua de estas rutas. Por ello, la exposición del feto y recién nacido a ruido ocurre durante el desarrollo normal y maduración del sentido del oído debido a que el sonido se transmite bien dentro del ambiente uterino.

Los resultados de varios estudios sugieren que:

- La exposición a ruido excesivo durante el embarazo puede resultar en pérdida auditiva a alta frecuencia en los recién nacidos y puede estar asociada con retardo en el crecimiento intrauterino y prematuridad.
- La exposición al ruido puede resultar en daño coclear.
- La exposición al ruido y otros factores ambientales pueden perturbar el crecimiento y normal desarrollo de niños prematuros.

Sobre la base de los resultados de estos estudios, los efectos sobre la salud a causa del ruido en fetos y recién nacidos merece un mayor estudio en aspectos clínicos y de salud pública.

Hay estudios que han documentado una pérdida de audición en niños cuyas madres estuvieron expuestas al ruido durante el embarazo. Exposiciones de 65 a 95 dB durante 8 horas al día incrementa en 3 veces el riesgo de que el niño nazca con pérdida de audición.

La pérdida de audición en humanos es usualmente consecuencia de años de repetidas exposiciones al ruido. En niños esto es muy importante puesto que pequeñas pérdidas de audición tienen un gran impacto, mayor que las que tendría en un adulto, teniendo en cuenta las posibles consecuencias de problemas como las disfunciones sociales y emocionales en niños en edad escolar.

2.4. Medición del ruido.

Los instrumentos de medición deberán ajustarse a las características del ruido que se vaya a medir como: la duración de la exposición, los factores ambientales y las características de los instrumentos de medición.

Podemos distinguir varios tipos de instrumentos de medición:

1) Sonómetros.

Podrán emplearse únicamente para la medición del nivel de presión acústica ponderado L_{pA} cuando el ruido sea estable. La lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq}). La medición se efectuará con la característica "SLOW" ponderación frecuencial A, procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del operario, y, si es posible, apartando a dicho operario para evitar apantallamientos con su cuerpo.



2) Sonómetros integradores-promediadores.

A diferencia de un sonómetro convencional, tienen la ventaja de poder variar el tiempo de medida desde segundos hasta horas. Podrán emplearse para la medición del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$) de cualquier tipo de ruido.

Los sonómetros pueden ser del tipo 0, 1 y 2, diferenciándose en su grado de precisión, siendo el más preciso el del tipo 0 y el tipo 2 el que menos (incertidumbre para el tipo 1 de $\pm 0,7$ dB y el tipo 2 de $\pm 1,5$ dB).

Esta diferencia de precisión no justifica no obstante el que se obligue al uso de tipo 1 para realizar todas las medidas, solamente sería obligado en aquellas mediciones en las que exista una diferencia con la legislación menor de 6 dB.

Pueden ser utilizados en la medida del ruido estable, del ruido discontinuo y del ruido de impulso o impacto.



Sonómetro integrador promediador de clase 2 de la marca Casella cell, modelo Cell 600 y calibrador acústico modelo CEL-120

3) Dosímetros.

Los medidores personales de exposición al ruido (dosímetros) podrán ser utilizados para la medición del nivel de exposición diario equivalente (L_{Aeq}), de cualquier tipo de ruido. Son portátiles y los puede llevar el trabajador, siendo por tanto la opción más adecuada de los dosímetros para la valoración de puestos de trabajos de movilidad elevada.



Podemos diferenciar distintos tipos de ruido que nos obligarán a ajustar las características específicas de medición. Distinguiamos los siguientes tipos de ruido:

- **Ruido estable:** Si el ruido es estable durante un periodo de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho periodo.

En caso de efectuar la medición con un sonómetro se realizarán como mínimo 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del periodo T (L_{Aeq}) directamente de la media aritmética.

Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro se obtendría directamente el $L_{Aeq,T}$. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como $L_{Aeq,T}$ la media aritmética de ellas.

- **Ruido periódico:** Si el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T, cada intervalo de medición deberá cubrir varios periodos. Las medidas deben ser efectuadas con un sonómetro integrador-promediador o un dosímetro. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente (L_{Aeq}) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco. El $L_{Aeq,T}$ se calcula entonces a partir del valor medio de los L_{Aeq} obtenidos.

- **Ruido aleatorio:** Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante un intervalo de tiempo T determinado, las mediciones se efectuarán con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro. Se pueden utilizar dos métodos:

- Método directo: El intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado.
- Método de muestreo : Se efectuarán diversas mediciones, de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos.

- **Ruido de impacto:** La evaluación del ruido de impacto se efectuará, tal como exige el Real Decreto 1316/89, mediante la medición del nivel de pico, que se realizará en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcance su valor máximo.

Los instrumentos empleados para medir el nivel de pico o para determinar directamente si éste ha superado los 140 dB, deben tener una constante de tiempo en el ascenso no superior a 100 microsegundos. Si se dispone de un sonómetro con ponderación frecuencial A y

característica «IMPULSE» (de acuerdo a la norma CE1-651) podrá considerarse que el nivel de pico no ha sobrepasado los 140 dB cuando el L_{pA} no ha sobrepasado los 130 dBA.

Los valores límite de exposición al ruido y valores de exposición que dan lugar a una acción vienen recogidos en el art. 5 del Real Decreto y se muestran en la siguiente tabla:

Valores del RD 286/2006 de exposición al ruido	Nivel de exposición diaria ($L_{Aeq,d}$)	Nivel de pico (L_{pico})
Valores límite de exposición	87 dB (A)	140 dB (C)
Valores límite de exposición que dan lugar a una acción	85 dB (A)	137 dB (C)
Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción	80 dB (A)	135 dB (C)

En ningún caso la exposición del trabajador deberá superar los valores límite de exposición. 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 tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

Son excepciones, en circunstancias debidamente justificadas y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra. A efecto de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal equivalente para evaluar los niveles de ruido, a condición de que el nivel de exposición semanal al ruido no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB (A) y se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

Recogido en el art. 6 del Real Decreto: “El empresario deberá realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores(...) la medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma”.

La forma de realización de las mediciones, así como su número y duración se efectuará de la siguiente forma:

- Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente frente a su oído, a unos 10 cm de distancia; cuando el micrófono tenga que situarse muy cerca del cuerpo deberán efectuarse los ajustes adecuados para que el resultado de la medición sea equivalente al que se obtendría si se realizara en un campo sonoro no perturbado.
- El número, la duración y el momento de realizar las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisiones sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud de lo dispuesto en el presente real decreto. Por ello, cuando uno de los límites o niveles establecidos en el mismo se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse:
 - a. Por suponer que se supera dicho límite o nivel, o
 - b. Por incrementar (según el instrumental utilizado) el número de las mediciones (tratando estadísticamente los correspondientes resultados) y/o su duración (llegando, en el límite, a que el tiempo de medición coincida con el de exposición), hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente. En el caso de la comparación con los valores límite de exposición, dicho intervalo de incertidumbre deberá estimarse teniendo en cuenta la

incertidumbre asociada a la atenuación de los protectores auditivos.

- Las incertidumbres de medición a las que se hace referencia en el apartado anterior se determinarán de conformidad con la práctica metodológica.

El empresario, debe garantizar que, en ningún caso, la exposición del trabajador supere los valores límite de exposición:

- En ningún momento se produzca una exposición a un L_{pico} superior a 140 dB (C).
- En ninguna jornada de trabajo se produzca una exposición a una $L_{Aep,Ti}$ superior a 87 dB (A).
- En caso de empresas con variaciones de niveles de ruido importantes en los diferentes días de la semana, que no exista ninguna semana que de lugar a una exposición cuyo $L_{Aeq,s}$ sea superior a 87 dB (A).

En la siguiente tabla se establecen los tiempos máximos que el trabajador puede estar expuesto a determinados niveles de ruido para alcanzar un L_{Aeq} de 87 dB (A):

Tiempo máximo de exposición al ruido para alcanzar un nivel equivalente diario de 87 dB (A).	
L_{Aeq} dB (A)	Tiempo máximo de exposición
87	8 horas
90	4 horas
93	2 horas
96	1 hora
99	30 minutos
102	15 minutos
105	7 minutos y 30 segundos
112	1 minuto y 30 segundos
117	30 segundos
120	15 segundos

La exposición durante 8 horas a ruidos por encima de 85-90 dB es potencialmente peligrosa. Al principio el oído es capaz de recuperarse después de unas horas lejos de esos niveles sonoros, pero después de un tiempo, en 6 a 12 meses, la recuperación no llega a ser completa y el daño se hace permanente.

Los niveles de ruido pueden disminuirse utilizando absorbentes, silenciadores y/o deflectores en la zona donde se ubica el equipo, y equipos protectores personales (tapones, orejeras) por parte del trabajador. En situaciones en las que los métodos técnicos son insuficientes, la exposición del ruido puede reducirse situando al trabajador en puestos lejanos a la fuente sonora y limitando el tiempo de estancia en el ambiente ruidoso.

Para los trabajos que exigen una cierta concentración y una comunicación verbal frecuente, el ruido puede ser un verdadero problema, no en el aspecto de pérdida de audición, sino en el de confort. Los niveles de ruido a partir de los cuales se considera que pueden provocar discomfort en estos puestos de trabajo se sitúan entre los 55 y 65 dB (A). Por ello cuando los niveles de ruido sean moderados (menores de 80 dB (A)), se tendrá muy en cuenta si existe un estudio higiénico previo pues proporcionaría datos interesantes, como por ejemplo, mapas de ruido, protección auditiva si es necesaria, etc., que serán de gran utilidad para abordar el problema.

2.5. El ruido en el medio hospitalario.

La medición del ruido y el efecto negativo de los niveles de ruido en diversos entornos hospitalarios es extensa y ha sido bien documentada, sobre todo desde los años 90 hasta la actualidad. Algunos de los ejemplos más representativos serían:

- 1) El equipo de Vílchez-Dagostino en 2012, tras encuestar a 325 pacientes y realizar mediciones de ruido en dos plantas del Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo, en Perú, hallaron que los niveles de ruido en las plantas de hospitalización medidas, osciló en un rango de 53,4 dB a 76,5 dB.

- 2) Vico-Romero et al. en 2014 y Penas Casals en 2009, tras encuestar a 299 pacientes de las unidades de medicina interna y 64 pacientes de hematología y oncología, respectivamente, concluyeron que al 38,9 y 31% de los pacientes ingresados, el ruido era uno de los factores que más perturbaba el sueño.
- 3) Marqués et al. en 2006 llevaron a cabo un estudio realizado en 4 hospitales españoles de media y alta complejidad, en los servicios de Cuidados Intensivos, de Cirugía y de Pediatría. Encuestaron a 193 pacientes sobre la intensidad, duración y frecuencia del ruido, además de la actitud y tolerancia al ruido, obteniendo que la fuente de ruido que más molestaba a los pacientes eran las propias personas cuando hablaban alto, con un 64,8%. La franja horaria donde se registró mayor percepción del ruido fue de 9-21h con un 77%, sin embargo, molestaba más en la noche con un 31,1% o incluso por la tarde y especialmente cuando sentían dolor (28,5%). Al 43% de los pacientes les molestaba el ruido para dormir en el hospital y un 13,5% lo consideraba insoportable. Las características del ruido más molestas para los pacientes eran el alto volumen y aquellos que se repetían muchas veces (35,2%).
- 4) Garrido et al. en 2015, confirmaron que se exceden los estándares internacionales de ruido sugeridos para las Unidades de Cuidados Intensivos, ya que el nivel de ruido continuo equivalente varió entre 49 – 71 dBA con un valor máximo de 91,19 dBA y un mínimo de 46,65 dBA, especialmente superando el límite establecido para el horario nocturno.
- 5) Park et al. en 2014, en Dankook University (Korea) indicaron un nivel de ruido medio en las habitaciones de los pacientes de 64.2 (dBA) durante el día y 60.9 (dBA) en la noche, superior a los recomendados por la OMS. El ruido causado por los cuidadores de otros pacientes y visitantes (23,6%), seguido por el ruido causado por los demás pacientes, como ronquidos, inodoros, carros de medicamentos/alimentos y teléfono o el televisor, el personal médico personal y dispositivos médicos eran los más molestos.

- 6) Park et al., también en 2015, en su estudio sugirieron que las características de los pacientes al ingreso, medidas a través de la escala APACHE II, y otros factores como la causa del ingreso, ubicación de la habitación, género y día de la semana, influía en el ambiente acústico. Esto podría ser explicado porque a mayor puntuación de APACHE II, mayor gravedad y por tanto, más intervenciones se deben realizar, causa destacable de fuente de ruido. Destacar que a diferencia de otros estudios encontrados este fue llevado a largo plazo, con una duración de 3 meses.
- 7) Gómez Sanz en la en la Unidad Coronaria de Cuidados Intensivos del Hospital Miguel Servet de Zaragoza realizó una encuesta a 75 pacientes, cuyos resultados destacaron que el factor ambiental que más perturbaba era el ruido en su patrón de sueño/descanso. Y dentro de los diferentes tipos de ruido, el que identificaron como más molesto fue el escuchar gente hablando, seguido del ruido de las alarmas y del pulsioxímetro.
- 8) En el estudio elaborado por Gómez Tovar en 2016, en el que se realizó una intervención para disminuir el delirium en UCI. Se aplicó una guía de cuidados de enfermería basados en la evidencia, compuesta por una serie de medidas para controlar factores estresores del entorno. Entre otras medidas, había actividades para controlar el ruido ambiental como disminuir el volumen de las alarmas, evitar hablar en voz alta, responder rápidamente a las alarmas... Y cuyo resultado principal fue que se evitó en un 94% la aparición de delirium. Y de forma más específica, se encontró que el ruido es el principal estresor.
- 9) En el estudio realizado por Revuelta Escuté et al. en 2012, en el que además de realizar mediciones con el sonómetro se recogieron datos subjetivos de trabajadores y pacientes. Las mediciones con el sonómetro, los médicos y pacientes coincidían en que la mayor fuente de ruido provenía del propio personal.
- 10) Vehid et al., en Turquía en 2011, expusieron que las mediciones realizadas durante el día oscilaron entre 45 dBA y 61 dBA. Dichas mediciones fueron significativamente menores en los servicios de Neurología y Otorrinolaringología comparados con otros

servicios. Durante el día, el máximo nivel se observó en la sala de terapia física y rehabilitación (61 dBA). Los 226 pacientes encuestados refirieron como fuentes de ruido más molestas los timbres y conversaciones de teléfono con un 41,5% del total de pacientes, los visitantes hablando en los pasillos y el agua corriente del grifo y los carros de medicación y comidas.



3. JUSTIFICACIÓN.

Aunque la sociedad se está concienciando de la importancia del medio que rodea al enfermo para favorecer una rápida recuperación, existen pocos estudios que analicen la exposición al ruido en el medio hospitalario, sobre todo los que están además enfocados al profesional sanitario.

En este trabajo vamos a realizar la evaluación de la exposición al ruido en el Hospital Universitario Sant Joan d'Alacant realizando mediciones en la Sala de Observación de Urgencias, en una planta de hospitalización de Cirugía General y en un quirófano.

Dicho trabajo se desarrollará según de acuerdo con las recomendaciones del R. D. 286/ 2006 sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Se analizarán los resultados obtenidos y trataremos de proponer una serie de medidas correctoras, preventivas u organizativas para intentar disminuir el grado de contaminación acústica y sus consiguientes consecuencias.

4. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo principal.

Se trata de un estudio de prevención en el que buscamos un doble objetivo:

- a) Valorar el grado de contaminación acústica al que se ve sometido el profesional sanitario. La nocturnidad laboral, ya de por sí produce una distorsión importante en la salud de los trabajadores, por lo que incidiremos en el ruido en horario nocturno.
- b) Valorar el grado de contaminación acústica al que se ven sometidos los pacientes. El enfermo debe estar en un ambiente propicio para favorecer su rápida recuperación, por tanto, un ambiente ruidoso puede provocar una estancia más prolongada y un aumento de las complicaciones.

4.2. Objetivos específicos.

- a) Valorar el grado de cumplimiento de la normativa en lo relativo al ruido en el lugar de trabajo.
- b) Estudiar la variedad de procedimientos o métodos de medición en función del tipo de ruido.
- c) Proponer soluciones que disminuyan el nivel de ruido en el medio hospitalario.

5. MATERIAL Y MÉTODOS.

Realizamos en primer lugar una serie de mediciones preliminares para confirmar que el ruido en las distintas zonas del hospital fluctúa de forma aleatoria a lo largo del tiempo.

Decidimos por tanto realizar una valoración con un método de muestreo aleatorio con un sonómetro integrador-promediador de clase 2 de la marca Casella cell, modelo Cell 600.

Antes de cada medición realizamos la calibración del aparato con un calibrador acústico modelo CEL-120.

Realizamos la medición de las muestras durante 30 segundos. Para realizarlas colocamos el sonómetro a una distancia aproximada de entre 10 y 40 cm del oído y movimos el micrófono en un intervalo de entre 0,1 y 0,5 metros para determinar variaciones locales.

Decidimos realizar la división de la jornada laboral en dos turnos de 12 horas:

-Turno diurno de 08:00 a 19:59 horas.

-Turno nocturno de 20:00 a 07:59 horas.

Este método nos permite estimar, a partir de un cálculo realizado en un número limitado de muestras prefijadas al azar, el valor probable de $L_{Aeq,d}$ así como el intervalo de confianza alrededor de este valor.

Realizamos una primera medición coincidiendo con 5 días de turno de guardia laboral de 24 horas realizando 2 mediciones cada uno de estos días para el turno diurno y para el turno nocturno. Para ello asignamos a cada hora un valor del 1 al 12 para cada turno.

La selección de la muestra la llevamos a cabo utilizando una elección de números al azar en la pagina web: <http://www.numeroalazar.com.ar>, quedando de la siguiente manera:

- Turno diurno: 7, 10, 4, 9, 4, 9, 6, 5, 3 y 6

- Turno nocturno: 3, 11, 6, 2, 3, 9, 8, 3, 1 y 4

Debido a la mayor variabilidad de las mediciones obtenidas en el turno nocturno decidimos realizar una ampliación de 4 mediciones más de la muestra.

Volvimos a realizar una elección de números al azar ampliando el resultado obtenido, quedando finalmente de la siguiente manera:

- Turno nocturno: 3, 11, 6, 2, 3, 9, 8, 3, 1, 4, 3, 7, 5 y 2

Turno diurno		Turno nocturno	
08:00	1	20:00	1
09:00	2	21:00	2
10:00	3	22:00	3
11:00	4	23:00	4
12:00	5	00:00	5
13:00	6	1:00	6
14:00	7	2:00	7
15:00	8	3:00	8
16:00	9	4:00	9
17:00	10	5:00	10
18:00	11	6:00	11
19:00	12	7:00	12

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tras las mediciones llevadas a cabo según lo referido en el apartado anterior, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla de muestras del turno diurno (8:00 a 19:59 horas)

Fecha de la toma	Sala de cirugía	Sala de urgencias	Quirófano
6 Mayo -14:00	65,2 dBA	71,9 dBA	63,4 dBA
6 Mayo - 17:00	58,8 dBA	63,8 dBA	57,1 dBA
9 Mayo - 11:00	61,9 dBA	64 dBA	65,4 dBA
9 Mayo - 16:00	57,7 dBA	66 dBA	64,1 dBA
11 Mayo - 11:00	66,2 dBA	70,8 dBA	60,1 dBA
11 Mayo -16:00	58,9 dBA	72 dBA	59 dBA
13 Mayo -12:00	65 dBA	68,3 dBA	57,4 dBA
13 Mayo - 13:00	62,7 dBA	67 dBA	56,2 dBA
15 Mayo -10:00	63 dBA	71,1 dBA	63 dBA
15 Mayo - 13:00	66,1 dBA	67,5 dBA	58,3 dBA

Tabla de muestras del turno nocturno (22:00 a 7:59 horas)

Fecha de la toma	Sala de cirugía	Sala de urgencias	Quirófano
6 Mayo - 22:00	58,5 dBA	61,9 dBA	56,3 dBA
6 Mayo - 06:00	52 dBA	52,5 dBA	49 dBA
9 Mayo - 21:00	59 dBA	66,5 dBA	57,1 dBA
9 Mayo - 01:00	51,1 dBA	60,1 dBA	47,2 dBA
11 Mayo - 22:00	58,1 dBA	62 dBA	58 dBA
11 Mayo - 04:00	50,9 dBA	56 dBA	46,9 dBA
13 Mayo - 22:00	59,4 dBA	62,1 dBA	56,3 dBA
13 Mayo - 03:00	52,3 dBA	53,5 dBA	46,6 dBA
15 Mayo - 20:00	60,2 dBA	62 dBA	50,7 dBA
15 Mayo - 23:00	53,2 dBA	60,9 dBA	48,5 dBA
17 Mayo - 22:00	59 dBA	64 dBA	53,9 dBA
17 Mayo - 02:00	55,4 dBA	59,6 dBA	50,5 dBA
20 Mayo - 21:00	60 dBA	66,9 dBA	57,8 dBA
20 Mayo - 00:00	58,2 dBA	60,5 dBA	48 dBA

Resultados:
1) Calculo de la media.

Sea L_i el nivel de L_{Aeq} de la muestra ($i = 1, 2, \dots, n$). La estimación de la media vendrá dada por la relación:

$$L_{Aeq,d} = \Sigma L_i/n_i$$

Turno diurno:

a) Sala de Cirugía General.

$$L_{Aeq,d} = 65,2 + 58,8 + 61,9 + 57,7 + 66,2 + 58,9 + 65 + 62,7 + 63 + 66,1 / 10$$

$$= 62,55 \text{ dBA}$$

b) Sala de Urgencias.

$$L_{Aeq,d} = 71,9 + 63,8 + 64 + 66 + 70,8 + 72 + 68,3 + 67 + 71,1 + 67,5 / 10$$

$$= 68,24 \text{ dBA}$$

c) Quirófano.

$$L_{Aeq,d} = 63,4 + 57,1 + 65,4 + 64,1 + 60,1 + 59 + 57,4 + 56,2 + 63 + 58,3 / 10$$

$$= 60,4 \text{ dBA}$$

Turno nocturno:

d) Sala de Cirugía General.

$$L_{Aeq,d} = 58,5 + 52 + 59 + 51,1 + 58,1 + 50,9 + 59,4 + 52,3 + 60,9 + 53,2 + 59 + 55,4 +$$

$$60 + 58,2 / 14$$

$$= 55,86 \text{ dBA}$$

e) Sala de Urgencias.

$$L_{Aeq,d} = 61,9 + 52,5 + 66,5 + 60,1 + 62 + 56 + 62 + 53,5 + 62,1 + 60,9 + 64 + 59,6 +$$

$$66,9 + 60,5 / 14$$

$$= 60,61 \text{ dBA}$$

f) Quirófano.

$$L_{Aeq,d} = 56,3 + 49 + 57,1 + 47,2 + 58 + 46,9 + 56,3 + 46,6 + 50,7 + 48,5 + 53,9 + 50,5$$

$$+ 57,3 + 48 / 14$$

$$= 51,88 \text{ dBA}$$

2) Cálculo de la desviación estándar.

La estimación de la desviación estándar vendrá dada por la relación:

$$S_L = \sqrt{\Sigma (L_i - L)^2 / n - 1}$$

Turno diurno:

a) Sala de Cirugía General.

$$\begin{aligned} S_L &= \sqrt{(65,2 - 62,55)^2 + (58,8 - 62,55)^2 + (61,9 - 62,55)^2 + (57,7 - 62,55)^2 + (66,2 - 62,55)^2 + (58,9 - 62,55)^2 + (65 - 62,55)^2 + (62,7 - 62,55)^2 + (63 - 62,55)^2 + (66,1 - 62,55)^2} / 10 - 1 \\ &= \sqrt{7,0225 + 14,0625 + 0,4225 + 23,5225 + 13,3225 + 13,3225 + 6,0025 + 0,0225 + 0,2025 + 12,6025} / 9 \\ &= \sqrt{80,8729} \\ S_L &= 3,17 \text{ dBA} \end{aligned}$$

b) Sala de Urgencias.

$$\begin{aligned} S_L &= \sqrt{(71,9 - 68,24)^2 + (63,89 - 68,24)^2 + (64 - 68,24)^2 + (66 - 68,24)^2 + (70,8 - 68,24)^2 + (72 - 68,24)^2 + (68,3 - 68,24)^2 + (67 - 68,24)^2 + (71,1 - 68,24)^2 + (67,5 - 68,24)^2} / 10 - 1 \\ &= \sqrt{13,3956 + 18,9225 + 12,5776 + 5,0176 + 6,5536 + 14,1376 + 0,0036 + 1,5376 + 8,1796 + 0,5476} / 9 \\ &= \sqrt{80,8729} \\ S_L &= 2,998 \text{ dBA} \end{aligned}$$

c) Quirófano

$$\begin{aligned} S_L &= \sqrt{(63,4 - 60,4)^2 + (57,1 - 60,4)^2 + (65,4 - 60,4)^2 + (64,1 - 60,4)^2 + (60,1 - 60,4)^2 + (59 - 60,4)^2 + (57,4 - 60,4)^2 + (56,2 - 60,4)^2 + (63 - 60,4)^2 + (58,3 - 60,4)^2} \\ &= \sqrt{9 + 10,89 + 25 + 12,96 + 0,09 + 1,96 + 9 + 17,64 + 6,76 + 4,41} \\ &= \sqrt{97,71} / 9 \\ S_L &= 3,295 \end{aligned}$$

Turno nocturno:**d) Sala de Cirugía General.**

$$\begin{aligned}
 S_L &= \sqrt{(58,5 - 55,86)^2 + (52 - 55,86)^2 + (59 - 55,86)^2 + (51,1 - 55,86)^2 + (58,1 - 55,86)^2 + (50,9 - 55,86)^2 + (59,4 - 55,86)^2 + (52,3 - 55,86)^2 + (60,9 - 55,86)^2 + (53,2 - 55,86)^2 + (59 - 55,86)^2 + (55,4 - 55,86)^2 + (60 - 55,86)^2 + (58,2 - 55,86)^2} / 14 - 1 \\
 &= \sqrt{6,9696 + 14,9 + 9,8596 + 22,6576 + 5,0176 + 24,6016 + 12,5326 + 12,6736 + 25,4016 + 9,8596 + 0,2116 + 17,1396 + 5,4756} / 13 \\
 &= \sqrt{167,3} / 13 \\
 S_L &= 3,587
 \end{aligned}$$

e) Sala de Urgencias.

$$\begin{aligned}
 S_L &= \sqrt{(61,9 - 60,61)^2 + (52,5 - 60,61)^2 + (66,5 - 60,61)^2 + (60,1 - 60,61)^2 + (62 - 60,61)^2 + (56 - 60,61)^2 + (62 - 60,61)^2 + (53,5 - 60,61)^2 + (62,1 - 60,61)^2 + (60,9 - 60,61)^2 + (64 - 60,61)^2 + (59,6 - 60,61)^2 + (66,9 - 60,61)^2 + (60,5 - 60,61)^2} / 14 - 1 \\
 &= \sqrt{1,6641 + 65,7721 + 34,6921 + 0,2601 + 1,9321 + 21,2521 + 1,9321 + 50,5521 + 2,2201 + 0,0841 + 11,4921 + 1,0201 + 39,5641 + 0,0121} / 13 \\
 &= \sqrt{232,4494} / 13 \\
 S_L &= 4,2286
 \end{aligned}$$

f) Quirófano

$$\begin{aligned}
 S_L &= \sqrt{(56,3 - 51,88)^2 + (49 - 51,88)^2 + (57,1 - 51,88)^2 + (47,2 - 51,88)^2 + (58 - 51,88)^2 + (46,9 - 51,88)^2 + (56,3 - 51,88)^2 + (46,6 - 51,88)^2 + (50,7 - 51,88)^2 + (48,5 - 51,88)^2 + (53,9 - 51,88)^2 + (50,5 - 51,88)^2 + (57,3 - 51,88)^2 + (48 - 51,88)^2} / 14 - 1 \\
 &= \sqrt{19,5364 + 8,2944 + 27,2484 + 21,9024 + 37,4544 + 24,8004 + 19,5364 + 27,8784 + 1,3924 + 11,4244 + 4,0804 + 1,9044 + 29,3764 + 15,0544} \\
 &= \sqrt{249,8836} / 13 \\
 S_L &= 4,38
 \end{aligned}$$

3) Cálculo de un intervalo de confianza para la media.

De una población de media μ y desviación típica σ se pueden tomar muestras de n elementos. Cada una de estas muestras tienen a su vez una media, de tal forma que la media de todas las medias coincide con la media poblacional. Si el tamaño de la muestra es suficientemente grande, la distribución de medias muestrales seguirá una distribución normal.

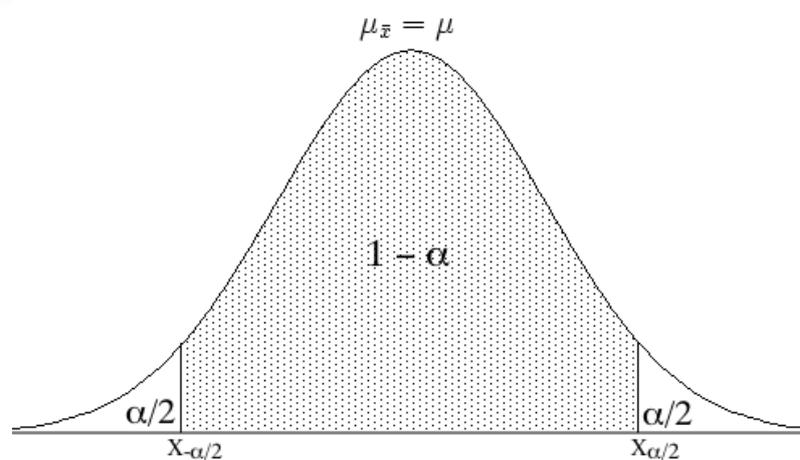
En una distribución $Z \sim N(0, 1)$ puede calcularse un intervalo dentro del cual caiga un determinado porcentaje de las observaciones.

El intervalo de confianza viene dado por la media muestral $(\bar{x}) \pm$ el producto del valor crítico $Z_{\alpha/2}$ por el error estándar σ/\sqrt{n}

$$(\bar{x} - Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}, \bar{x} + Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n})$$

Entendemos por valor crítico ($Z_{\alpha/2}$) a el valor de la abscisa en una determinada distribución que deja a su derecha un área igual a $\alpha/2$, siendo $1-\alpha$ el nivel de confianza.

Aproximadamente el valor $Z_{\alpha/2}$ para los niveles de confianza estándar son 1,96 para $1-\alpha = 95\%$ y 2,576 para $1-\alpha = 99\%$.



Turno diurno:**a) Sala de Cirugía General.**Intervalo de confianza al 95%: $(\chi - Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}, \chi + Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n})$

$$\chi = 62,55 \text{ dBA}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1,96$$

$$n = 10$$

$$\sigma = 3,17 \text{ dBA}$$

$$(62,55 \text{ dBA} - 1,96 \times 3,17 \text{ dBA}/\sqrt{10}, 62,55 \text{ dBA} + 1,96 \times 3,17 \text{ dBA}/\sqrt{10})$$

$$(62,55 \text{ dBA} - 1,9648, 62,55 \text{ dBA} + 1,9648)$$

$$(60,5852, 64,5148).$$

Podemos afirmar con un 95% de confianza que la media poblacional para el turno diurno en la sala de Cirugía General del ruido se encuentra en el intervalo comprendido entre **60,5852** y **64,5148** dBA.

b) Sala de Urgencias.Intervalo de confianza al 95%: $(\chi - Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}, \chi + Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n})$

$$\chi = 68,24 \text{ dBA}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1,96$$

$$n = 10$$

$$\sigma = 2,998 \text{ dBA}$$

$$(68,24 \text{ dBA} - 1,96 \times 2,998 \text{ dBA} / \sqrt{10}, 68,24 \text{ dBA} + 1,96 \times 2,998 \text{ dBA} / \sqrt{10})$$

$$(68,24 \text{ dBA} - 1,859, 68,24 \text{ dBA} + 1,859)$$

$$(66,381, 70,099).$$

Podemos afirmar con un 95% de confianza que la media poblacional para el turno diurno en la sala de Urgencias del ruido se encuentra en el intervalo comprendido entre **66,381** y **70,099** dBA.

c) Quirófano.Intervalo de confianza al 95%: $(\chi - Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}, \chi + Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n})$

$$\chi = 60,4 \text{ dBA}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1,96$$

$$n = 10$$

$$\sigma = 3,295 \text{ dBA}$$

$$(60,4 \text{ dBA} - 1,96 \times 3,295 \text{ dBA}/\sqrt{10}, 60,4 \text{ dBA} + 1,96 \times 3,295 \text{ dBA}/\sqrt{10})$$

$$(60,4 \text{ dBA} - 2,04, 60,4 \text{ dBA} + 2,04)$$

$$(58,36, 62,44).$$

Podemos afirmar con un 95% de confianza que la media poblacional para el turno diurno en el Quirófano del ruido se encuentra en el intervalo comprendido entre **58,36** y **62,44** dBA.

Turno nocturno:

a) Sala de Cirugía General.

Intervalo de confianza al 95%: $(\chi - Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}, \chi + Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n})$

$$\chi = 55,86 \text{ dBA}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1,96$$

$$n = 14$$

$$\sigma = 3,587 \text{ dBA}$$

$$(55,86 \text{ dBA} - 1,96 \times 3,587 \text{ dBA}/\sqrt{14}, 55,86 \text{ dBA} + 1,96 \times 3,587 \text{ dBA}/\sqrt{14})$$

$$(55,86 \text{ dBA} - 1,88, 55,86 \text{ dBA} + 1,88)$$

$$(54,98, 57,74).$$

Podemos afirmar con un 95% de confianza que la media poblacional para el turno nocturno en la sala de Cirugía General del ruido se encuentra en el intervalo comprendido entre **54,98** y **57,74** dBA.

d) Sala de Urgencias.

Intervalo de confianza al 95%: $(\chi - Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}, \chi + Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n})$

$$\chi = 60,61 \text{ dBA}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1,96$$

$$n = 14$$

$$\sigma = 4,229 \text{ dBA}$$

$(60,61 \text{ dBA} - 1,96 \times 4,229 \text{ dBA}/\sqrt{14}, 60,61 \text{ dBA} + 1,96 \times 4,229 \text{ dBA}/\sqrt{14})$
 $(60,61 \text{ dBA} - 2,215, 60,61 \text{ dBA} + 2,215)$
 $(58,395, 62,825).$

Podemos afirmar con un 95% de confianza que la media poblacional para el turno nocturno en la sala de Urgencias del ruido se encuentra en el intervalo comprendido entre **58,395** y **62,825** dBA.

e) Quirófano.

Intervalo de confianza al 95%: $(\chi - Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}, \chi + Z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n})$

$$\chi = 51,88 \text{ dBA}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1,96$$

$$n = 14$$

$$\sigma = 4,38 \text{ dBA}$$

$$(51,88 \text{ dBA} - 1,96 \times 4,38 \text{ dBA}/\sqrt{14}, 51,88 \text{ dBA} + 1,96 \times 4,38 \text{ dBA}/\sqrt{14})$$

$$(51,88 \text{ dBA} - 2,294, 51,88 \text{ dBA} + 2,294)$$

$$(49,586, 54,174).$$

Podemos afirmar con un 95% de confianza que la media poblacional para el turno nocturno en el quirófano del ruido se encuentra en el intervalo comprendido entre **49,586** y **54,174** dBA.

El ruido es un agente contaminante al que estamos expuestos diariamente la mayoría de los trabajadores en nuestro puesto de trabajo. El ruido no sólo puede provocar alteraciones del estado de salud, sino que puede interferir en la concentración y dificultar la comunicación, pudiendo por tanto, afectar a la seguridad laboral al aumentar la probabilidad de cometer errores o impedir la percepción de señales auditivas. En el ámbito hospitalario, esto es de vital importancia, puesto que el trabajo se desarrolla con personas, y con personas enfermas y por tanto más susceptibles, de las que dependen nuestros conocimientos y en el caso de los cirujanos, nuestras manos. Por lo tanto, los centros hospitalarios, deberían ser lugares tranquilos y poco ruidosos, en los que los profesionales pudieran concentrarse y comunicarse

sin interferencias, y en el que los pacientes pudieran tener un ambiente tranquilo en el que recuperarse de sus afecciones. Sin embargo, esto no siempre es así.

Una investigación realizada por un grupo de ingenieros acústicos de la Universidad John Hopkins, pioneros en estudios sobre este tema, encontraron, que internacionalmente, los niveles de ruido en los hospitales se ha incrementado constantemente desde 1960, convirtiéndose en una molestia para pacientes y personal elevando a su vez, el riesgo de cometer errores. Posteriores estudios indicaron que el excesivo ruido alarga el tiempo de curación y contribuye al estrés y agotamiento del personal hospitalario.

En las salas de urgencias, el trasiego de personas enfermas y acompañantes provoca una gran contaminación acústica, así como en las salas de hospitalización, a las que se suma el ruido provocado por los carros de la medicación, los timbres de llamada a enfermería, los traslados de pacientes en cama al quirófano o a otros servicios intermedios como radiodiagnóstico, etc. En el quirófano, si bien es cierto que no existe tanto paso de personas físicas, sí existe ruido derivado de la maquinaria como el bisturí eléctrico, el monitor de constantes del paciente, o la comunicación que existe entre el personal que no está operando, como celadores, auxiliares o enfermeros circulantes.

Se han realizado algunos estudios de control del ruido en el ámbito hospitalario mediante la aplicación de diversas medidas como la concienciación del personal y usuarios, con interesantes resultados.

En California en el año 2008, Taylor y colaboradores, en una unidad médico-quirúrgica, pusieron en marcha una intervención, consistente en un programa educacional dirigido al personal del hospital basado en eliminar posibles causas de ruido innecesario en la unidad de intervención (casos), mientras que no realizaron ningún tipo de intervención en una unidad control. Se realizaron mediciones pre y postintervención. El nivel medio de ruido diario fue de 44.9 a 69.2dBA. Durante la duración del estudio, el pico de ruido coincidía con el cambio de turno del personal (65-75dB). Pacientes y personal mostraron diferencias en la percepción del ruido, entre casos y controles después de la intervención, aunque estos resultados no obtuvieron una significación estadística.

Similar al estudio anterior, el trabajo llevado a cabo por Dube et al. en 2008, en el cual las

causas de ruido identificadas fueron similares para pacientes y personal (conversaciones, carros, monitores, megafonía, pasos), siendo las voces el ruido más molesto para ambos. Los niveles de ruido medidos oscilaron entre 31 dBA y 84 dBA. El ruido se redujo significativamente tras la intervención.

En España, en el estudio elaborado por Gómez Tovar en 2016, como se ha mencionado en apartados anteriores, tras aplicar cuidados de enfermería basados en la evidencia que incluían el control de factores estresores del entorno como reducir el volumen de las alarmas, responder rápidamente a las mismas, mantener conversaciones en voz baja, etc. se consiguió reducir en un 94% la aparición de delirium en los pacientes ingresados en UCI. De forma más específica, quedó demostrado que el ruido es el principal estresor en este ámbito.

Otro estudio, de Duarte et al. en 2012, también muestra la eficacia de una intervención educativa hacia el equipo de salud que trabajaba en la UCI. Tras observar que la principal fuente de ruido provenía del propio personal, se llevó a cabo una intervención basada en conferencias y material educativo dirigido al personal sanitario, obteniéndose como resultados una reducción significativa en los niveles de ruido en 57 de 90 horas registradas (63,33%). Por lo tanto, queda demostrada la importancia de la concienciación de las causas del ruido y sus repercusiones como una herramienta eficaz para disminuir el excesivo ambiente ruidoso en la UCI.

7. CONCLUSIONES.

Las mediciones del presente estudio muestran que los niveles de ruido existentes en los tres escenarios monitorizados (la sala de hospitalización de Cirugía General, Urgencias y un quirófano) no sobrepasan los límites establecidos en el RD 286/2006 a partir de los cuales es necesario llevar a cabo una evaluación o incluso realizar alguna acción correctora. Sin embargo, los niveles de exposición diaria superan en los tres lugares en el turno diurno los niveles de 55 dB (A), lo que produce un discomfort acústico que finalmente perturba el mantenimiento de la atención y la concentración.

En cuanto al turno nocturno, del mismo modo que el diurno, se sobrepasan los valores de discomfort acústico, excepto en la sala de hospitalización en donde el límite inferior del intervalo de confianza se encuentra en 54,98 (A); así como en el quirófano cuyo intervalo de confianza es de 49,58 a 54,17 dB (A). Este resultado es esperable. Durante la noche, en las salas de hospitalización el paso de personas físicas es mucho menor. Dado que sólo hay un sillón por cama de enfermo, normalmente sólo hay un acompañante o dos por habitación (en función de si la habitación es individual o doble). El traslado de pacientes a quirófano o a otros Servicios es muy limitado (sólo ocurre en casos de urgencia, en donde hay que trasladar al paciente a Radiodiagnóstico o al quirófano de urgencias, por ejemplo). Por las noches, el trabajo de enfermería no requiere toma de constantes, ni tampoco otro tipo de intervenciones como realizar electrocardiogramas, extraer muestras de sangre o realizar curas de heridas. De manera subjetiva, se observó, que los mayores niveles de ruido se produjeron con los carros durante la administración de la medicación.

En cuanto al quirófano, por la noche no existen intervenciones programadas, quedando disponible únicamente para las intervenciones de urgencia, y por tanto, aunque el equipo de enfermería de urgencias sí se encontraba en el quirófano trabajando, dicho quirófano no siempre se encontraba operativo, es decir, con intervenciones quirúrgicas activas.

Del mismo modo, como podemos observar, la Sala de Urgencias es un lugar que no parece descansar nunca, aunque los niveles durante la noche descienden con respecto al día, en ambos casos parecen elevados, superando los 55 dB (A).

Por otro lado, si tenemos en cuenta que la OMS no recomienda superar los 30 dB durante la noche para poder llevar a cabo un adecuado descanso nocturno, en todos los casos se superan ampliamente, incluso llegando casi a duplicarse estos 30 dB. En Urgencias y en el quirófano el paciente es difícil que pueda descansar, no sólo por la contaminación acústica, sino porque él mismo es objeto de intervenciones y procedimientos necesarios para paliar sus afecciones. Sin embargo, en la sala de hospitalización, en la que los niveles de ruido se encuentran entre 54,98 y 57,74, podemos afirmar que no existe un ambiente propicio para el buen descanso nocturno, esencial para una adecuada recuperación.

Durante las mediciones en los tres escenarios (sala de hospitalización, urgencias y quirófano), como era de esperar, hemos observado que el ruido no es estable, por lo tanto, los dos instrumentos de medición más adecuados para nuestro estudio son el sonómetro integrador-promediador y el dosímetro.

Entre las medidas que ayudan al correcto control del ruido en el ámbito hospitalario, queremos destacar por su sencillez y fácil aplicación las siguientes: guardar el orden en los cambios de turno del personal, responder rápidamente a las alarmas de los pacientes, limitar el acceso de entrada del público a las salas de hospitalización a determinadas horas, limitar el número de familiares y acompañantes por paciente, limitar el uso de teléfonos móviles en determinadas áreas del hospital, limitar la presencia de familiares y acompañantes en los pasillos del hospital, divulgar y concienciar a la población de la importancia de este problema mediante charlas formativas al personal sanitario y folletos a los usuarios del sistema de salud, etc. Además existen otras medidas, quizá algo más costosas, pero no menos efectivas, como sustituir las ruedas de los carros de alimentación, lencería y medicación por ruedas de un material menos ruidoso como la silicona, por ejemplo; sustituir las alarmas de los pacientes por señales luminosas, instalar sonómetros en diferentes lugares del hospital con aviso luminoso cuando se superen los niveles recomendados, etc.

A pesar de lo mostrado en los resultados de todos estos estudios, incluido el nuestro, parece que existe una escasa concienciación por parte de todas las personas que frecuentan el ámbito hospitalario, como personal sanitario, administrativos, celadores, familiares y acompañantes;

de que el ruido es un contaminante que puede tener efectos perjudiciales en nuestros pacientes de forma directa (impidiéndoles el descanso y recuperación) así como de forma indirecta (dificultando la concentración e interfiriendo en el trabajo del personal, y por tanto, aumentando el riesgo de sufrir eventos adversos por parte de los pacientes). Del mismo modo, parece evidente que las medidas correctoras reducen significativamente el ruido y por tanto son exitosas.

Finalmente, la solución parece fácil, evidente, rápida y al alcance de todos. Quizá sería interesante mejorar la divulgación de este tipo de estudios para favorecer la implantación de estas medidas correctoras por parte de las direcciones médicas de los hospitales.



8. BIBLIOGRAFÍA.

- 1) Nightingale, Notes on Nursing. Dover, New York, 1969.
- 2) Villar Aguirre M. Factores determinantes de la salud: Importancia de la prevención. *Acta méd. Peruana* 2011;28(4):237-241
- 3) Rivera MP. et al. El proceso de diseño de una barrera acústica aplicado al sector hospitalario. *ing. Biomed* 2015; 9(18):133-138.
- 4) Gangwisch JE, Heymsfield SB, Boden-Albala B, et al. Short sleep duration as a risk factor for hypertension: analyses of the first National Health and Nutrition Examination Survey. *Hypertension*. 2006; 47(5):833–839. Pubmed
- 5) Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet* 2014; 383:1325–32
- 6) Tobías A, Recio A, Díaz J. Does traffic noise influence respiratory mortality? *Eur Respir J*. 2014;44(3):797-9.
- 7) Kahn-Green ET, Killgore DB, Kamimori GH, Balkin TJ, Killgore WDS. The effects of sleep deprivation on symptoms of psychopathology in healthy adults. *Sleep Med*. 2007;8:215–221.
- 8) Vilchez-Dagostino P, Porras-Peña K, Giles-Saavedra R, Silva-Gaviño A, Veliz-Adrianzen E, Torres-Anaya V. et al. Correlación de ansiedad y contaminación acústica en los pacientes hospitalizados del hospital Almanzor Aguinaga Asenjo. *cuerpo méd* 2012;5(1):10-15
- 9) Vico-Romero J, Cabré-Roure M, Monteis-Cahis R, Palomera-Fanegas E, Serra-Prat M. Prevalencia de trastornos del sueño y factores asociados en pacientes hospitalizados. *Enfermería Clínica* [Internet]. Elsevier España; 2014; 24(5):276–82. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130862114000874>
- 10) Penas Casals E, Ruiz Navas S, Tormo Gasa S. ¿Cómo descansa el paciente oncohematológico en el hospital? *Enferm. glob.* [Internet]. 2009 Oct [citado 2016 Abril 3]; (17). Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412009000300012&lng=es.

- 11) Marqués Sánchez P, Calvo Sánchez D, Núñez Gelado Y, Calle Pardo, A P, Mompart García MP. ¿Cómo perciben el ruido los pacientes en los hospitales españoles? *Metas enferm.* 2006;9(10):25-31
- 12) Garrido-Galindo AP, Camargo-Caicedo Y, Vélez-Pereira AM. Nivel de ruido en la unidad de cuidado intensivo adulto: Medición, estándares internacionales e implicancias sanitarias. *Rev Univ. salud.*2015;17(2):163 – 169
- 13) Garrido Galindo AP, Camargo-Caicedo Y, Vélez-Pereira AM. Nivel de ruido en unidades de cuidado intensivo de un hospital público universitario en Santa Marta (Colombia). *Med Intensiva.* 2016. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2015.11.011>
- 14) Gómez Sanz CA .Calidad del sueño de los pacientes ingresados en una Unidad de Cuidados Intensivos. *Enferm Intensiva.* 2013;24(1):3-11.
- 15) Gómez Tovar LO, Díaz Suarez L, Cortés Muñoz F. Cuidados de enfermería basados en evidencia y modelo de Betty Neuman, para controlar estresores del entorno que pueden ocasionar delirium en una unidad de cuidados intensivos. *Enfermería Global* 2016;15(1):49-63.
- 16) Basco Prado N, Fariñas Rodríguez S, Hidalgo Blanco MA. Características del sueño de los pacientes en una unidad de cuidados intensivos. *Revista Cubana de Enfermería.* 2010;26(2):44-51
- 17) Villoldo ME. Impacto del ruido ambiental en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal. *Revista de Enfermería* 2011;11:27-30.
- 18) Park M, Vos P, Vlaskam BNS, Kohlrausch A, Oldenbeuving AW. The influence of APACHE II score on the average noise level in an intensive care unit: an observational study. *BMC Anesthesiology* 2015;15:42
- 19) Escudero D, Martín L, Viña L, Quindós B, Espina MJ, Forcelledo L et al. Política de visitas, diseño y confortabilidad en las unidades de cuidados intensivos españolas. *Rev Calid Asist.* 2015; 30(5):243-250.
- 20) Revuelta Escuté M, Rodríguez Martínez FC. ¿Son ruidosas las unidades de cuidados intensivos? Discrepancias entre la percepción de profesionales y pacientes y la medición con sonómetro. *Revista ROL de enfermería* 2012;35 (6):18-24.
- 21) Fajardo DL, Gallego SY et Argote LA. Niveles de ruido en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal «CIRENA» del Hospital Universitario del Valle, Cali, Colombia.

- Colomb Med 2007;38(2):64-71.
- 22) Pinheiro EM, Guinsburg R, Nabuco MAA, Kakehashi TY. Ruido en la Unidad de Terapia Intensiva Neonatal y en el interior de la incubadora. *Latino-Am. Enfermagem* 2011;19(5):1214-1221.
- 23) Dube JA, Barth MM, Cmiel CA, Cutshall SM, Olson SM, Sulla SJ, et al. Environmental noise sources and interventions to minimize them: a tale of 2 hospitals. *J Nurs Care Qual.* 2008;23(3):216-24
- 24) Vélez-Pereira AM, Gázquez M, Fortes-Garrido JC et Bolívar JP. Evaluación del ruido en una unidad de cuidados intensivos neonatal. Ponencia presentada en el VII Congreso Ibero-Americano de Acústica. 1-3 Octubre 2012, Évora.
- 25) Busch-Vishniac IJ, West JE, Barnhill C, Hunter T, Orellana D, Chivukula R. Noise levels in Johns Hopkins Hospital. *J Acoust Soc Am* 2005;118:3629-45.
- 26) Johnson PR, Thornhill L. Noise reduction in the hospital setting. *J Nurs Care Qual.* 2006;21(4):295-7
- 27) Moreno Jiménez A, Martínez Suárez P. “El ambiente acústico de los hospitales de Madrid: metodología de análisis y diagnóstico con SIG.” *BIBLID* 2006;39:125-146
- 28) World Health Organization. Guidelines for community noise; 1996 [Consultado 16 de abril de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/docstore/>
- 29) World Health Organisation WHO. Community Noise- Environmental Health Criteria Document, External Review Draft. 2002 Geneva: WHO Publishing.
- 30) Serrano Pérez M, Abad Toribio L, Magro Andrade R, Tomás García Martín T. Estudio de la tipología de las pantallas acústicas. Normativa y estado del arte *Tecnología y desarrollo* 2009;2:
- 31) Taylor-Ford R, Catlin A, LaPlante M, Weinke C. Effect of a noise reduction program on a medical-surgical unit. *Clin Nurs Res.* 2008;17(2):74-88.