



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

ANÁLISIS ACÚSTICO DEL ENTORNO DE LA SALA NEONATAL DEL HOSPITAL DE GANDÍA

PACS: 43.50 Jh

del Rey, Romina⁽¹⁾; Alba, Jesús⁽¹⁾; Sequi, Jose Miguel⁽²⁾; Revert, Marta⁽²⁾

(1) Escola Politècnica Superior de Gandia. Centro de Tecnologies Físicas. Universitat Politècnica de València.
c/Paraninf, 1.

46730, Grao de Gandia, España.

roderey@fis.upv.es, jesalba@fis.upv.es.

(2) FISABIO. Hospital Comarcal Francesc de Borja. Pediatria.

Avinguda de la Medicina, 6.

46730, Gandia, España.

sequi_jos@gva.es

Palabras Clave: Neonatos, Ruido, Contaminación Acústica, Hospital.

ABSTRACT

In neonatal nurseries, due to its normal functioning and environment, electromagnetic contamination, vibro-acoustic contamination, light contamination and ultraviolet radiation exist, among other harmful agents. The main aim must be to reduce the effect of those contaminating agents to levels that do not negatively affect the proper development of the children, who are generally in a vulnerable situation. In this work, a preliminary study of the main noise sources that exist in the neonatal area in Gandia Hospital and some initial possible options for its reduction are presented.

RESUMEN

En las unidades neonatales, por su propio funcionamiento y entorno, existe contaminación electromagnética, contaminación vibro-acústica, contaminación lumínica y radiación ultravioleta, entre otros agentes perjudiciales. El objetivo principal debe ser reducir los valores de estos agentes contaminantes a niveles que no perjudiquen el correcto desarrollo de estos niños, generalmente en situación vulnerable o más sensible. En este trabajo se presenta un estudio previo de las fuentes de ruido existentes en el área de neonatos del hospital de Gandia, y posibles opciones iniciales para su reducción.

INTRODUCCIÓN

En las unidades neonatales, por su propio funcionamiento, existe contaminación electromagnética, contaminación vibro-acústica y contaminación lumínica, entre otros. El objetivo principal del equipo de pediatría del Hospital Comarcal Francesc de Borja de Gandia es el bienestar asistencial de sus pacientes, con especial interés en los neonatos. Para ello es necesario reducir los valores de estos agentes contaminantes a niveles que no perjudiquen el correcto desarrollo de estos niños, generalmente en situación vulnerable o más sensible. Para

FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

ello es necesario previamente realizar un estudio protocolizado del estado de todos estos contaminantes en el área de neonatos del hospital de Gandía. Con el diagnóstico será posible actuar de forma adecuada para reducir los niveles de estos agentes contaminantes.

Existen multitud de estudios recientes sobre la necesidad de controlar el ambiente en Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (Ucins). Conocer la contaminación acústica a la que un paciente UCI-Neonatal está sometido y buscar soluciones a este problema es un tema de interés en la actualidad. Como ejemplo, se citan algunas referencias del último año [1-14]. Sin embargo, son menos los estudios de este tipo de agentes contaminantes (contaminación acústica, contaminación electromagnética y contaminación lumínica) en salas Neonatales [15].

Una unidad neonatal es un área donde existe mucha estimulación para los múltiples factores ambientales, entre los que se encuentran, no solamente equipo electromédico y médico, sino también PCs, teléfonos, luminarias, cableado, y la propia conversación entre personas. Esta situación influye en el desarrollo del recién nacido, sobretodo del prematuro al ser estimulado. Los estímulos de ruido producen hipoxemia, bradicardia, aumento de la presión intracraneana, hipertensión arterial, apnea, estrés, conducta desorganizada y no adaptativa e inestabilidad metabólica (ya que produce alteraciones en el sueño, cansancio, vómitos y pérdida de apetito en el neonato) [15].

Este entorno hace que se sobrepasen los niveles de presión sonora (dB(A)) recomendados por las asociaciones de pediatría. La Asociación Americana de Pediatría o la Asociación Española de Pediatría recomiendan en el interior de una UCIN, niveles de ruido en torno los 45 dB(A), y que no se sobrepase nunca los 70dB(A) [16]. En el Documento "Cuidados desde el Nacimiento. Recomendaciones basadas en pruebas y buenas prácticas" [17], editado por el Ministerio de Sanidad y Política Social (2010), se pone de manifiesto la inquietud de la comunidad pediátrica respecto al tema del ruido. Existen trabajos donde se ha llegado a registrar hasta 67 dB(A) en el interior de una cuna de la UCIN. Hay que tener en cuenta que es un valor elevado, que supera incluso la recomendación de la OMS de 65 dB(A) [18]. El mismo trabajo habla de una reducción de unos 4 dB utilizando una espuma absorbente rodeando por completo la cuna. Por supuesto, esta solución es demostrativa, y no aplicable, ya que en ningún caso se puede "bloquear" la relación entre el paciente y personal sanitario. En otras Ucins los valores de nivel equivalente registrado han llegado hasta los 105 dB(A) [19]. Se han encontrado también referencias que establecen una serie de recomendaciones, la gran mayoría de actuaciones se centran en el entorno más cercano al neonato, la incubadora [19-22].

El diagnóstico acústico de las salas neonatales debería conocerse en todos los hospitales con unidades de neonatos. No solo en los hospitales de referencia o terciarios donde residen las UCIN sino también en los hospitales de segundo nivel (comarcales) donde siempre existe una unidad de atención neonatal y donde los recién nacidos pasan muchas horas, siendo este tipo de hospital mucho más numeroso que los de referencia.

El objetivo principal de este trabajo es el diagnóstico de niveles sonoros, en una sala de neonatos, para mejorar la calidad de vida y asistencial de los pacientes neonatos en Unidades de Neonatología (Uneos). Se tendrán que identificar las principales fuentes de ruido, y planificar actuaciones para reducir los niveles, si éstos superan las recomendaciones de la OMS y asociaciones de pediatría.

DESCRIPCIÓN DE LA SALA DE NEONATOS DEL HOSPITAL FRANCESC DE BORJA-GANDÍA

La sala de neonatos en estudio se encuentra ubicada en la planta primera del Hospital Comarcal Francesc de Borja de Gandía, centro público de la Generalitat Valenciana que se incluye en el

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Departamento de Salud de Gandia. Este hospital es relativamente nuevo, fue inaugurado en el año 2015, y presta atención a más de 188.000 habitantes de 31 poblaciones de la comarca de la Safor y diez municipios de La Vall d'Albaida. El hospital está ubicado en la avenida de la Medicina nº6, en el sector de Sancho Llop, al sudeste de Gandia. En la figura 1 se muestra una imagen satélite de dicha ubicación.



Figura 1. Vista satélite de la ubicación del Hospital Francesc de Borja. Fuente: Google Maps

La sala principal de Neonatos tiene forma rectangular y cuenta con 60 m² de superficie útil aproximadamente. Existen cristaleras en ambos laterales de la sala: las cristaleras del lado izquierdo dan al pasillo interior de la planta, desde donde los familiares sin acceso a la sala pueden ver a los recién nacidos, y las del lado derecho al exterior, que permiten la entrada de luz natural a la sala. Todas las ventanas se encuentran cubiertas mediante estores o cortinas, permitiendo el control variable de la entrada de luz exterior a la sala. Existe una segunda sala anexa, de unos 12 m², destinada a sala de aislamiento.

El número de cunas e incubadoras de la sala es variable, con una capacidad media de 6 incubadoras, pudiendo llegar a ser hasta un máximo de 10.

Además del personal sanitario, la sala recibe de forma periódica las visitas de los padres de los recién nacidos, recomendando al menos una visita cada 3h coincidiendo con las tomas de alimento, lo cual eleva sensiblemente los niveles de presión sonora de la misma. Finalmente, cabe destacar la gran cantidad de dispositivos de control médico instalados en la sala, que contribuyen también al aumento de la presión sonora, puesto que muchos de ellos disponen de alarmas sonoras. En la figura 2 se muestran imágenes de la sala de neonatos del Hospital Francesc de Borja de Gandia.



Figura 2. Sala de neonatos del Hospital Francesc de Borja de Gandia.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

ANÁLISIS ACÚSTICO

Identificación de las Fuentes de Ruido

Se realizan un total de 124 registros de niveles de presión acústica por frecuencias en la sala de Neonatos del Hospital Comarcal de Gandia. El objetivo de estas mediciones de niveles de presión sonora es conocer el “diagnóstico acústico” de la sala de Neonatos e identificar las posibles fuentes de ruido. Cada una de estas mediciones ha sido analizada con detalle tanto en espectro por frecuencias como en valores globales. En todo momento se han realizado las mediciones de niveles de presión sonora simultáneamente en “sala” y “dentro de incubadora”. El objetivo de estas mediciones simultáneas era conocer la influencia del cierre de la incubadora. Esta influencia podrá ser positiva (función de aislamiento acústico) o bien perjudicar y amplificar alguna frecuencia en concreto debido a la forma de la capota de cierre. Al realizar las mediciones in situ, se ha podido comprobar que además de conocer la influencia de la incubadora, ha sido fundamental realizar las mediciones en sala, ya que, en todo momento hay neonatos ingresados en incubadora y en cuna, éstos últimos sometidos a los niveles de presión de la sala. En la figura 3 se muestran algunas imágenes de estos registros.



Figura 3. Imágenes de los registros de nivel de presión sonora en la sala de neonatos.

Durante los días que el personal de la UPV ha realizado *in situ* en la sala de Neonatos las mediciones ha podido diferenciar 2 tipos distintos de fuentes de ruido: Aquellas fuentes de ruido origen de los procedimientos del día a día del personal sanitario y familiares en la sala de neonatos (fuentes humanas) y aquellas fuentes de ruido originadas por la instrumentación sanitaria (fuentes sanitarias). De forma conjunta entre el personal de la Universidad (UPV) y el personal sanitario se identifican las principales fuentes de ruido según su origen:

- Humanas: Intercomunicación del personal sanitario/ Intercomunicación con familiares/ Teléfono/ Aire Acondicionado / Puerta de entrada a la sala/ Puertas de los bajos de los armarios con el material sanitario/ Rollo del papel secamanos /Persiana del ventanal de “visitas” / Personal de limpieza de la sala.
- Sanitarias: Alarma de la propia incubadora (ésta puede ser continua o interrumpida) / Bomba Alaris/ Pulsi/ Resucitadora.

Se conoce la frecuencia y duración de cada una de estas alarmas sanitarias, esta información es importante si se tuviera que decidir prioridades de mejora. En este sentido la colaboración entre el personal sanitario y el personal de la UPV es fundamental en la elaboración de este proyecto.

Niveles Globales de Presión Sonora

A continuación se muestran algunos ejemplos de niveles de presión sonora globales registrados en diferentes situaciones en la sala de Neonatos objeto de este trabajo. Se considera

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

conveniente recordar que tanto la asociación Americana como Española de pediatría recomiendan que no se superen los 45 dB(A) de nivel de presión sonora [19]. En la sala de neonatos del Hospital Comarcal de Gandía, se ha registrado un promedio de nivel de ruido de fondo en sala de 51.9 dB(A), y de nivel de ruido de fondo registrado dentro de la incubadora de 50.6 dB(A). Para tener unos valores de referencia, se han registrado también los niveles de fondo en la sala de aislamiento, con y sin aire acondicionado. Los valores registrados han sido respectivamente de 38.9 y 43.5 dB(A) (figura 4).

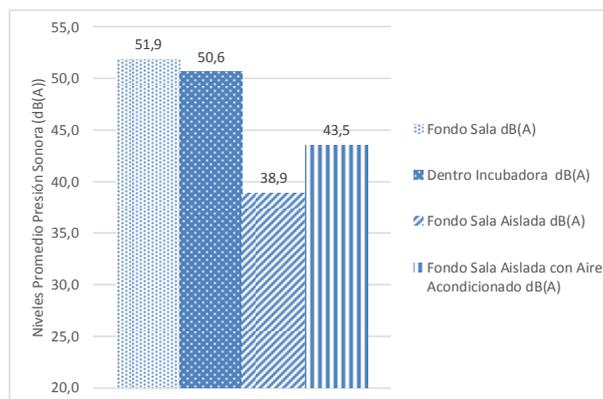


Figura 4. Algunos ejemplos de niveles de presión sonora globales (dB(A)).

Se ha intentado evaluar solamente los niveles emitidos por las fuentes de ruido sanitarias (alarmas) in situ. Esto nos dará unos valores globales estimados, ya que para conocer el espectro de éstas fuentes de ruido se debería haber desplazado el equipamiento a una cámara reverberante y realizar el procedimiento normalizado de medida según UNE EN ISO 3741: 2011 [23]. En la figuras 5 (a) y b)) se muestran dos ejemplos, para la alarma Pulsi y alarma Alaris. Se comparan en ambos casos los niveles recibidos en sala y dentro de la incubadora.

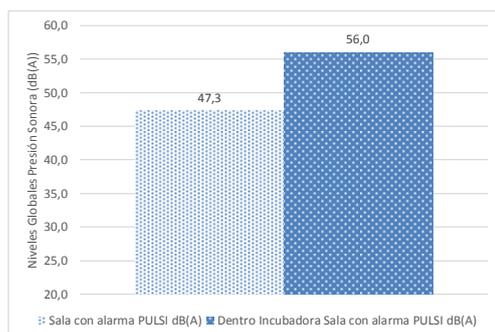


Figura 5 a) Niveles de presión sonora registrados con la alarma Pulsi

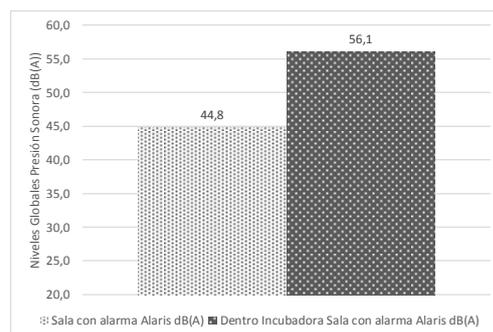
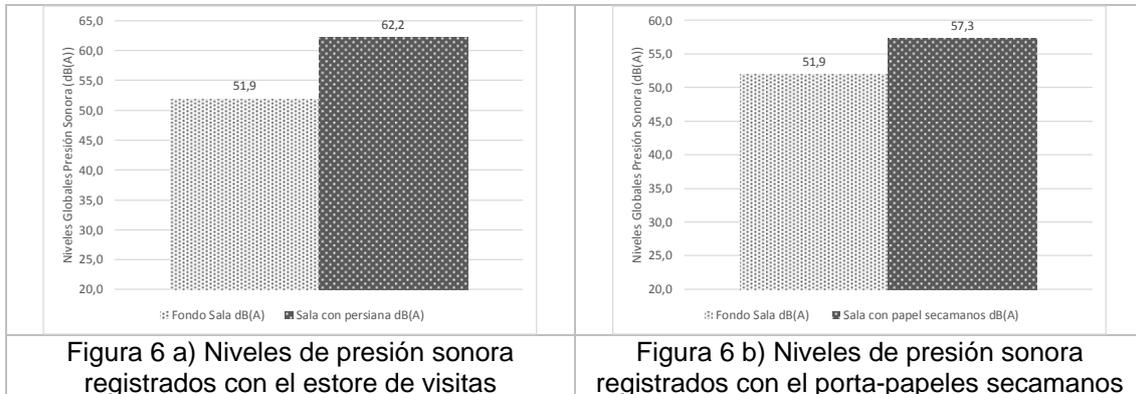


Figura 5 b) Niveles de presión sonora registrados con la alarma Alaris

También se han evaluado todas las fuentes que se han denominado anteriormente como "humanas". Como ejemplo, se muestran valores globales del ruido generado por el levantamiento del estore de visitas. Este estore permite a los familiares de los neonatos el contacto visual a través de una cristallera (Figura 6 a). Se muestra también el ruido generado por el portapapeles secamanos. Este rollo portapapeles secamanos se encuentra situado en la misma sala, junto una pequeña pila, y es utilizado, al menos, por cada personal sanitario a su entrada de la sala (Figura 6 b). Se comparan ambos casos con los niveles registrados de fondo en la sala.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre



ACTUACIONES

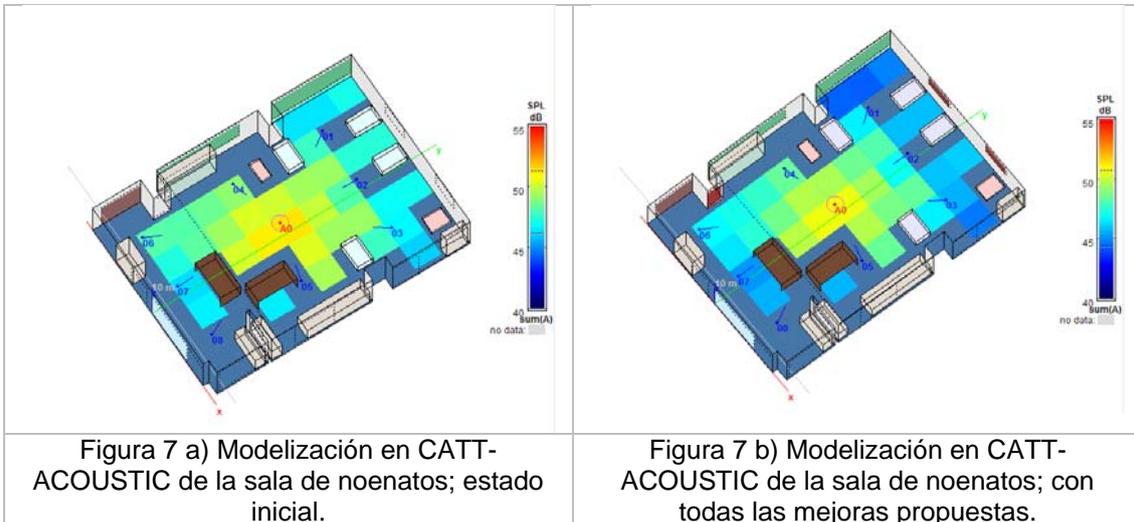
Este análisis acústico se engloba dentro de un proyecto de mayor alcance financiado por la Universitat Politècnica de València (UPV) y por la Fundació per al Foment de la Investigació Sanitària i Biomèdica de la Comunitat Valenciana (FISABIO), en la primera convocatoria de proyectos POLISABIO, proyecto ECAEL. Estos proyectos son proyectos preparatorios e intentan ser la base para proyectos de mayor envergadura. Por este motivo, las actuaciones a llevar a cabo no suelen darse en este tipo de proyectos, necesitando de mayor financiación y mayor tiempo de ejecución para buscar soluciones. Este tipo de proyectos, pueden considerarse como diagnósticos del problema. Aunque en el caso de ECAEL si podemos exponer algunas actuaciones que surgen como resultado únicamente del diagnóstico acústico.

Todos los registros realizados para obtener los niveles globales que se observan anteriormente se han realizados de forma muy detallada y por análisis de frecuencias en tercios de octava. Estos espectros serán fundamentales para el análisis de algunos casos, como, por ejemplo, el análisis de alguna fuente de ruido muy localizada, o por el tema de posibles amplificaciones de alguna frecuencia que se prevé dentro de la incubadora por la forma geométrica de la capota de cierre. Se están buscando soluciones en base textil que ayuden a reducir los niveles de presión sonora dentro de la cuna (conjuntamente con los niveles de electromagnética), y los espectros registrados son fundamentales.

Se ha modelizado la sala de neonatos del Hospital con el CATT-ACOUSTIC. Esta modelización ha resultado muy útil para comprobar como influirán en los niveles de presión sonora cambios que han sido planteados como por ejemplo, cambio del estore del ventanal de visitas, cambio de las cortinas de todo el lateral de la sala, insertar elementos absorbentes en algunos huecos que permite las paredes y pilares o actuaciones en la cuna, como cubrir las cunas con el cubrecapotas. En la figura 7 se muestran detalles de esta modelización. Se observa que con todos los cambios de mejora considerados, se consigue reducir de entre 1 y 2 dB de valor global, y en ningún caso llegar a los 45 dB(A) recomendados por los expertos en pediatría.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre



CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra el análisis acústico del entorno de la sala de neonatos del hospital comarcal Francesc de Borja de Gandía. Este trabajo es parte del resultado de una acción preparatoria conjuntamente entre la UPV y la Fundación FISABIO. Se han registrado niveles de presión sonora en la sala de neonatos en diferentes escenarios. En todo caso se han registrado valores globales más elevados que los 45 dB(A) recomendados por las asociaciones de pediatría.

Se han diagnosticado las principales fuentes de ruido, siendo necesario diferenciar entre aquellas que son fruto del diseño de la propia sala y el día a día del personal sanitario (humanas) y las fuentes de ruido sanitarias, totalmente necesarias y que principalmente son alarmas de equipos médicos. Sobre las fuentes de ruido humanas, se han registrado niveles de presión sonora que superan los 60 dB(A). El diseño y organización de la sala de neonatos, con todo el equipamiento que requiere, no deja demasiado margen de actuación, como se puede observar en la figura 7, donde solamente se consigue reducir entre 1 y 2 dB el valor global después de haber considerado distintas actuaciones.

En cuanto a las fuentes de ruido sanitarias, los valores globales nos indican que los registros dentro de la incubadora neonatal siempre está muy por encima que los niveles globales en sala generados por estas alarmas. Los espectros de frecuencia que se han sido registrados en todo caso dentro y fuera de las incubadoras, nos darán la información necesaria para conocer qué frecuencias se están amplificando debido a la geometría de la incubadora, a su propio material, al tipo de cierre, etc. En el momento de cierre de este trabajo se están elaborando distintas capotas para cubrir las cunas con distintas propiedades de apantallamiento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto ECAEL: Estudio de la Contaminación Acústica, Electromagnética y Lumínica de Neonatos, en la I Convocatoria de ayudas UPV-FISABIO 2017.

REFERENCIAS

- [1] Ahamed MF, Campbell D, Horan S, Rosen O. Noise Reduction in the Neonatal Intensive Care Unit: A Quality Improvement Initiative. *J. Perinatol*, Jun 2017.
- [2] Garinis AC, Liao S, Cross CP, Galati J, Middaugh JL, Mace JC, Wood AM, McEvoy L, Moneta L, Lubianski T, Coopersmith N, Vigo N, Hart C, Riddle A, Ettinger O, Nold C, Durham H, MacArthur C, McEvoy C, Steyger PS. Effect of gentamicin and levels of ambient sound on hearing screening outcomes in the neonatal intensive care unit: A pilot study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2017 Jun; 97: 42-50.
- [3] Calikusu Incekar M, Balci S. The effect of training on noise reduction in neonatal intensive care units. *J Pediatr Spec Nurs*. 2017 abril 13.
- [4] Casavant SG, Bernier K, Andrews S, Bourgoin A. Noise in the Neonatal Intensive Care Unit: What Does the Evidence Tell Us?. *Adv Neonatal Care*. 2017 Apr 7
- [5] Disher TC, Benoit B, Inglis D, Burgess SA, Ellsmere B, Hewitt BE, Bishop TM, Sheppard CL, Jangaard KA, Morrison GC, Campbell-Yeo ML. Striving for Optimum Noise-Decreasing Strategies in Critical Care: Initial Measurements and Observations. *TC Disher et al. J Perinat Neonatal Nurs* 31 (1), 58-66. Enero-marzo 2017.
- [6] Degorre C, Ghyselen L, Barcat L, Dégrugilliers L, Kongolo G, Leké A, Tourneux P. Noise level in the NICU: Impact of monitoring equipment. *Arch Pediatr*. 2017 Feb;24(2):100-106.
- [7] Jordão KR, Pinto LA, Machado LR, Costa LB, Trajano ET. Possible stressors in a neonatal intensive care unit at a university hospital. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2016 Sep; 28(3):310-314.
- [8] Miquel Capó Rn . Nursing interventions on the physical environment of Neonatal Intensive Care Units. *Enferm Intensiva*. 2016 Jul-Sep;27(3):96-111.
- [9] Shoemark H, Harcourt E, Arnup SJ, Hunt RW. Characterising the ambient sound environment for infants in intensive care wards. *J Paediatr Child Health*. 2016 Apr; 52(4):436-40.
- [10] Biabanakigoortani A, Namnabati M, Abdeyazdan Z, Badii Z. Effect of peer education on the noise management in Iranian neonatal intensive care unit. *Iran J Nurs Midwifery Res*. 2016 May-Jun;21(3):317-21.
- [11] Garrido Galindo AP, Camargo Caicedo Y, Vélez-Pereira AM. Noise level in intensive care units of a public university hospital in Santa Marta (Colombia). *Med Intensiva*. 2016 Oct; 40(7):403-10.
- [12] Santos J, Carvalhais C, Xavier A, Silva MV. Assessment and characterization of sound pressure levels in Portuguese neonatal intensive care units. *Arch Environ Occup Health*. 2017 Mar 13:1-7.
- [13] Juan Luis Beira, Virginia Puyana, Ricardo Hernández, Francisco Fernandez, Pedro Jesús Bustillo, Jose Luis Cueto, Vicor Manuel Rodriguez, Simón Lubian. *Acústica de una incubadora Neonatal*. 48º Congreso Español de Acústica, Tecniacústica 2017, A Coruña.
- [14] F. Fernández et al. Noise level in neonatal incubators: A comparative study of tree models. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2018.
- [15] Gallegos-Martínez J, Reyes-Hernández J, Fernández-Hernández VA, González-González LO. Índice de ruido en la unidad neonatal. Su impacto en recién nacidos. *Acta Pediatr Mex* 2011; 32 (1)
- [16] S. Rite Gracia, J.R. Fernández Lorenzo, I. Echáriz Urcelay, F. Botet Mussons, G. Herranz Carrillo, J. Moreno Hernando, E. Salguero García, M. Sánchez Luna. *Niveles asistenciales y recomendaciones de mínimos para la atención neonatal*. Comité de Estándares y Junta directiva de la Sociedad Española de Neonatología. *Asoc. Esp. De Pediatría. An Pediatr (Barc)* 2004; 60(1): 56-64.
- [17] M.K. Philbin, J.B. Evans. *Standard for the acoustic environment of the newborn ICU*. *Journal of Perinatology* (2006), 26,S27-S30.
- [18] <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf> (web consultada 21 Abril 2016)
- [19] Pinheiro EM et al., Ruido en la Unidad de terapia intensiva neonatal y en el interior de la incubadora, *rev. Latino-Am. Enfermagem*, 19(5), (2011).
- [20] Wang D, et al. *Examining the effects of a targeted noise reduction program in a neonatal intensive care unit*. *Child Fetal Neonatal Ed* 2014;99,F203-208.
- [21] Shimizu A, Matsuo H. Sound Environments Surrounding Preterm Infants Within an Occupied Closed Incubator. *J Pediatr Nurs*. 2016 Mar-Apr;31(2)
- [22] Parra J, de Suremain A, Berne Audeoud F, Ego A, Debillon T . Sound levels in a neonatal intensive care unit significantly exceeded recommendations, especially inside incubators. *Acta Paediatr*. 2017 May 6.
- [23] UNE-EN ISO 3741:2011. Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica y de los niveles de energía acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de laboratorio en cámara reverberante (ISO 3741:2010).