



FIA 2018

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

Descripción del paisaje sonoro de las Fallas de València (2). Percepción subjetiva y parámetros psicoacústicos

PACS: 43.50.Rq, 43.50.Qp.

Jaume Segura-Garcia¹, Adolfo Pastor-Aparicio¹, Jesús López-Ballester¹, Juan J. Perez-Solano¹, Santiago Felici-Castell¹, Maximo Cobos-Serrano¹, Francisco Grimaldo-Moreno¹, Miguel Arana-Burgui², Francesc Daumal-Domènech³, Rosa Cibrián Ortiz de Anda⁴, Alicia Giménez-Pérez⁵

1 Dpt Informàtica - ETSE – Universitat de València. Avda de la Universitat s/n – 46100 Burjassot (València) – Spain. E-mail: jsegura@uv.es, apasa3@alumni.uv.es, jeloba@alumni.uv.es, jjperez@uv.es, felici@uv.es, macose2@uv.es, grimo@uv.es

2 Dpto de Física – Universidad Pública de Navarra – Campus Arrosadía Pamplona-Iruña – 31006 – Pamplona - Spain. E-mail: marana@unavarra.es

3 ETSAB (UPC), Avda. Diagonal 649, Barcelona, 934010867, francesc.daumal@upc.edu

4 Dpt Fisiología – Universitat de València. Avda de Blasco Ibáñez, 13 – 46010 València – Spain. E-mail: cibrián@uv.es

5 Dpt de Física Aplicada – ETSII – Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n – 46022 València – Spain. Email: agimenez@fis.upv.es

Palabras Clave: *Soundcape*, parámetros psicoacústicos, *loudness*, *sharpness*, Patrimonio Inmaterial

ABSTRACT (Arial, línea 25, tamaño 10, alineado izquierda).

Perceptual sensation in any soundscape is always weighted by the subjective assessment that people perceive in the environment, not only through the auditory sensation but also with other senses. All the senses contribute to the environmental perception.

This work is focused in the psycho-acoustical study of the soundscape perception in the Fallas of València (around the “Falla Immaterial de la ETSE” of the University of València), using a measurement system based in Internet of Things (IoT) and gathering subjective information through a poll based on the Swedish protocol to describe soundscape.

RESUMEN

La percepción de cualquier paisaje sonoro siempre viene ponderada por la valoración subjetiva con que las personas sienten el entorno, no únicamente mediante una sensación sonora, si no también visual, táctil, odorífera e incluso gustativa. Todos los sentidos contribuyen a la percepción del entorno.

En este trabajo nos hemos centrado en el estudio psicoacústico de la percepción de un paisaje sonoro de las Fallas de València (en el entorno de la Falla Inmaterial de la ETSE de la Universitat de València) utilizando un sistema de medida basado en IoT y recogiendo información subjetiva mediante la realización de una encuesta basada en el protocolo sueco de descripción de paisajes sonoros.



FIA 2018

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

1. INTRODUCCIÓN

El ruido asociado a las actividades humanas tiene un gran efecto sobre el comportamiento y la salud [1]. La forma en que tradicionalmente se recogen estas medidas de ruido para su mapeo con un sonómetro resultan costosas, tanto a nivel de equipos como a nivel de personal. Este tipo de estudios se realiza analizando el nivel equivalente [2]. Por otra parte, algunos trabajos han demostrado que la evaluación de parámetros psicoacústicos, como el *loudness* y *sharpness*, se ajusta mejor a la evaluación de la molestia subjetiva [3,4]. La investigación psicoacústica ha tenido un amplio recorrido y existen estándares para calcular algunos parámetros psicoacústicos, así como para evaluar aspectos de la molestia subjetiva (o la calidad del *soundscape*) [5,6].

En 2014, la Organización Internacional de Estandarización (ISO) introdujo el estándar ISO12913 sobre paisaje sonoro [7], siguiendo las recomendaciones de la acción COST Soundscape [8]. El estándar define el paisaje sonoro (*soundscape*) como: “el entorno acústico tal y como lo percibe o experimenta y/o entiende una persona o conjunto de personas en su contexto [7]. Este contexto incluye las relaciones entre personas y actividades y lugares, tanto espacial como temporalmente. Por ello, la interacción entre los diferentes actores en el entorno acústico establece un contexto dinámico que es capaz de influenciar el paisaje sonoro a través de diferentes mecanismos, tales como: (1) la sensación auditiva, (2) la interpretación de la sensación auditiva, y (3) las respuestas al entorno acústico. De esta forma, el paisaje sonoro se diferencia del entorno acústico (definido como el “sonido en el receptor generado por todas las fuentes sonoras presentes y modificado por el entorno”).

En el contexto de la planificación urbanística y las *Smart Cities*, los sistemas IoT vienen recibiendo una atención creciente debido a su habilidad para monitorizar zonas problemáticas en centros de población [9,10]. Generalmente, estos problemas están relacionados con el medio ambiente, pero también pueden tratarse con sistemas eHealth en ámbito sanitario, Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) y otras áreas tecnológicas emergentes con altas demandas [11-13].

En este trabajo, el estudio se ha centrado en ambos aspectos el análisis del entorno acústico (a partir de la determinación de los parámetros psicoacústicos usando el modelo de Zwicker) y la evaluación de la respuesta subjetiva a partir de una encuesta denominada “protocolo sueco de evaluación de la calidad del paisaje sonoro” [14] en un entorno patrimonial concreto como es la fiesta de las Fallas de Valencia. Otros aspectos relacionados con este estudio fueron el desarrollo de una infraestructura para evaluar el entorno acústico en función de parámetros psicoacústicos binaurales y su análisis temporal.

2. ESTADO DEL ARTE

Existen diversos trabajos [15-22] orientados a la medida del Leq,T o su versión en escala A (ITU-R 468), $LeqA,T$. El cálculo de estas medidas se realiza mediante la aplicación de un filtro selectivo de frecuencia que considera el rango de frecuencia entre 3 y 6 kHz donde el oído humano es más sensible.

También podemos ver trabajos más orientados a la descripción del paisaje sonoro. En [23,24], los autores centran la descripción del paisaje sonoro en niveles de ruido y parámetros psicoacústicos a partir de grabaciones recogidas en paseos. Sin embargo, ninguno incluye un estudio basado en parámetros psicoacústicos binaurales para la determinación de la molestia, lo cual sería más preciso desde el punto de vista psicoacústico en un ser humano.

En la literatura, la evaluación de la molestia psicoacústica (PA) se basa principalmente en el trabajo de Zwicker & Fastl [25]. Diversos autores han tratado de orientar su investigación teniendo en cuenta la percepción subjetiva combinada con parámetros psicoacústicos

específicos [26]. El *loudness* es un factor importante que afecta la molestia subjetiva producida por un sonido [25,27]. Este parámetro se define como la intensidad subjetiva de un sonido, lo que califica sonidos en un rango entre silencioso y ruidoso. Está relacionado, principalmente, con la amplitud percibida de un sonido. Hay diversos modelos para evaluar este parámetro, los cuales dan una estimación numérica del nivel de *loudness* basado en algunas características objetivas del sonido. Los más conocidos son los modelos de Zwicker [26] y Moore [27], que vienen recogidos en las 2 partes del estándar ISO 532 [6]. Están basados en un estímulo monoaural que pasa diferentes etapas de filtrado, que son similares a los filtros del oído y simulan el sistema auditivo. Recientemente, nuevas investigaciones en psicoacústica han mostrado que el *loudness* monoaural no es suficiente para evaluar el *loudness* acústico y se han desarrollado diferentes modelos de *loudness* binaural [26,28]. La implementación del modelo de Zwicker [29] ha permitido una perspectiva de cálculo para la monitorización del *loudness*. En [30], los autores desarrollan un sistema de monitorización de *loudness* usando el modelo de Zwicker y realizando síntesis binaural por medio de una combinación de HRTFs y procesado de array micrófonos.

En [31], se implementa un sistema para calcular parámetros psicoacústicos desde el punto de vista del servidor a partir de fragmentos de audio. En [30], se implementa un sistema de *edge-computing* usando diferentes nodos Raspberry Pi 3 (Rpi3) para evaluar el rendimiento al calcular directamente el *loudness* binaural sobre los nodos Rpi3. En [32], se realiza una mejora del trabajo anterior incorporando el cálculo del *sharpness binaural* y evaluando una versión simplificada del modelo de Zwicker (haciendo algunas suposiciones) para estudiar la distribución espacial de la molestia subjetiva en entornos de interior y exterior.

3. METODOLOGÍA

A partir del trabajo realizado en [32], hemos realizado el estudio del entorno acústico y la evaluación del paisaje sonoro en alrededor de la festividad de las fallas de València, recientemente declaradas Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO.

3.1. Análisis del paisaje sonoro

En este estudio, además de aplicar el sistema de cálculo de parámetros psicoacústicos binaurales implementado en [32] se ha realizado un estudio de la respuesta subjetiva asociada al paisaje sonoro de las fallas. Esto se ha realizado aplicando el llamado protocolo sueco para la determinación de la calidad del paisaje sonoro. La encuesta de este protocolo evalúa la calidad afectiva percibida usando ocho adjetivos: Agradable, Desagradable, Activo/con muchas fuentes o eventos activos, Relajado/con pocas fuentes o eventos activos, Excitante, Monótono, Calmado, Excitante y Ruidoso [33]. Por otra parte, también pide información sobre algunos aspectos sociales (género y edad). Para la realización de esta encuesta se desarrolló una aplicación Android para móvil con la encuesta para permitir una recogida rápida de datos de los encuestados. Con el fin de localizar la respuesta de cada persona que la respondía, se proveyó a la aplicación con una funcionalidad de geolocalización.

3.2. Medida del entorno acústico

Como ya hemos mencionado también se realizó la medida de los parámetros psicoacústicos mediante el sistema presentado en [32]. En la Figura 1 muestra el sistema de medida en el entorno de la Falla Inmaterial de la ETSE de la Universitat de València¹. Éste es un proyecto de investigación de la Universitat de València que fusiona la participación ciudadana, la ciencia de datos, la tradición y la tecnología. El proyecto emplea técnicas de inteligencia artificial y visualización interactiva de datos con el objetivo de ser un termómetro social del movimiento en redes sociales que rodea a una fiesta masiva. Durante la fiesta de Las Fallas de València de 2018, el proyecto ha extraído tendencias y patrones de comportamiento a partir de más de 350000 mensajes proveniente de más de 11500 perfiles diferentes. Además, el uso de técnicas

¹ <https://fallaimmaterial.com/>

FIA 2018

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

de procesamiento del lenguaje natural ha permitido analizar los sentimientos de la información que se comparte y la imagen colectiva que emerge de la población participante.



Figura 1. Fotografía del equipo de medida ubicado en el entorno de la Falla Inmaterial

4. RESULTADOS

4.1. Medida de parámetros psicoacústicos en el entorno acústico de la Falla Inmaterial

Entre los días 9 y 11 de marzo de 2018 se realizaron las medidas de parámetros psicoacústicos en el período entre las 11h y las 14h, que correspondió al período en que el grupo de animación que trabajaba en la difusión del proyecto tenía prevista su actividad. Durante este período se dejó un nodo (ver círculos blancos en la Figura 1) registrando cada 10 segundos estos valores. La Tabla 1 muestra los promedios horarios de los parámetros psicoacústicos registrados (*loudness* y *sharpness*), así como el niveles de presión sonora calculado y el nivel con filtro A.

		SPL,A (dBA)	SPL (dB)	ldn1 (son)	ldn2 (son)	Ldnbin (son)	shrp1 (acum)	shrp2 (acum)	Shrpbin (acum)
9/3/2018	11h	62,99	66,84	15,84	20,14	26,98	1,08	1,06	1,60
	12h	61,66	67,57	17,09	21,28	28,78	1,12	1,08	1,65
	13h	62,72	66,61	16,16	20,50	27,50	1,13	1,11	1,68
10/3/2018	11h	67,13	67,50	17,57	22,30	29,91	1,12	1,08	1,65
	12h	68,32	71,96	22,42	28,35	38,08	1,08	1,04	1,60
	13h	70,05	69,20	19,31	24,80	33,08	1,12	1,09	1,66
11/3/2018	11h	61,41	64,03	14,35	18,27	24,46	1,12	1,08	1,65
	12h	61,99	67,63	17,13	21,38	28,88	1,11	1,07	1,64
	13h	63,20	66,56	16,26	20,61	27,65	1,14	1,11	1,69

Tabla 1. Promedio de las medidas en el entorno de la Falla Inmaterial

4.2. Descripción del paisaje sonoro de la Falla Inmaterial

Así mismo, el mismo grupo estuvo realizando campañas de encuestas con la aplicación móvil a los viandantes que transitaban por el entorno del *stand* y el *fotocall* preparado para realizar la difusión de este proyecto.

En total, durante los 3 días se realizaron 84 encuestas, de las cuales el 54,8% fueron realizadas por hombres y el 45,2% por mujeres. Así mismo, la información de los rangos de edades de los encuestados correspondía a menores de 18 años, un 7,2%, entre 18 y 35 años, un 58,3%, entre 35 y 65 años, un 33,3%, y mayores de 65 años, un 1,2%.

Por otra parte, también se les preguntó sobre la motivación de su presencia en ese lugar/entorno. Así un 66,7% de los encuestados estaba por ocio, un 11,9% lo hacía por trabajo (su puesto de trabajo estaba cerca de ese punto), y un 21,4% estaba en tránsito (bien porque se desplazaba a casa o algún otro lugar).

La Figura 2 muestra los promedios globales de las valoraciones subjetivas (en escala de 1 a 5) para cada una de las calificaciones sobre el *soundscape* percibido por los viandantes en el entorno de la Falla Inmaterial. Esta figura muestra que, en general, aunque la gente percibía el entorno como activo (4), bastante ruidoso (3,7), no lo interpretaba como especialmente desagradable (2,3) debido a que probablemente mucha de esta gente iba a participar de la fiesta de las fallas, bien por estar en camino a la mascletà o por estar viviendo la fiesta como tal.



Figura 2. Valores promedio globales de las apreciaciones subjetivas para cada uno de los adjetivos con los que se califica la calidad del paisaje sonoro mediante el "Protocolo Sueco"

Por otra parte, las Figura 3 a) b) y c) muestran las valoraciones horarias para cada uno de los días de medida y cuestación en el entorno de la Falla Inmaterial. En ellas se observa la evolución temporal horaria y diaria de la respuesta subjetiva de los encuestados.

La valoración de estos resultados nos muestra en durante el día 9, el ambiente resultaba activo (hasta un tanto excitante) aunque agradable durante las 2 primeras horas, sin embargo a las 13h el ambiente sonoro en el entorno donde estaba ubicada la Falla Inmaterial rebajó la actividad resultando más calmado (y hasta monótono) debido a que mucha gente ya estaba preparada para la mascletà. Por otra parte, el sábado 10 de marzo el ambiente resultó activo (con muchas fuentes sonoras), excitante y ruidoso durante todo el tiempo de cuestación, sin embargo la apreciación de agrado era mayor. Finalmente, el día 11 de marzo se observa una situación parecida a la del día anterior, pero al presentarse un intervalo de lluvia el grupo tubo que cambiar la ubicación del *stand* de la Falla Inmaterial, apreciándose una ligera variación en la percepción horaria promedio del agrado del entorno por parte de los viandantes.

FIA 2018

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

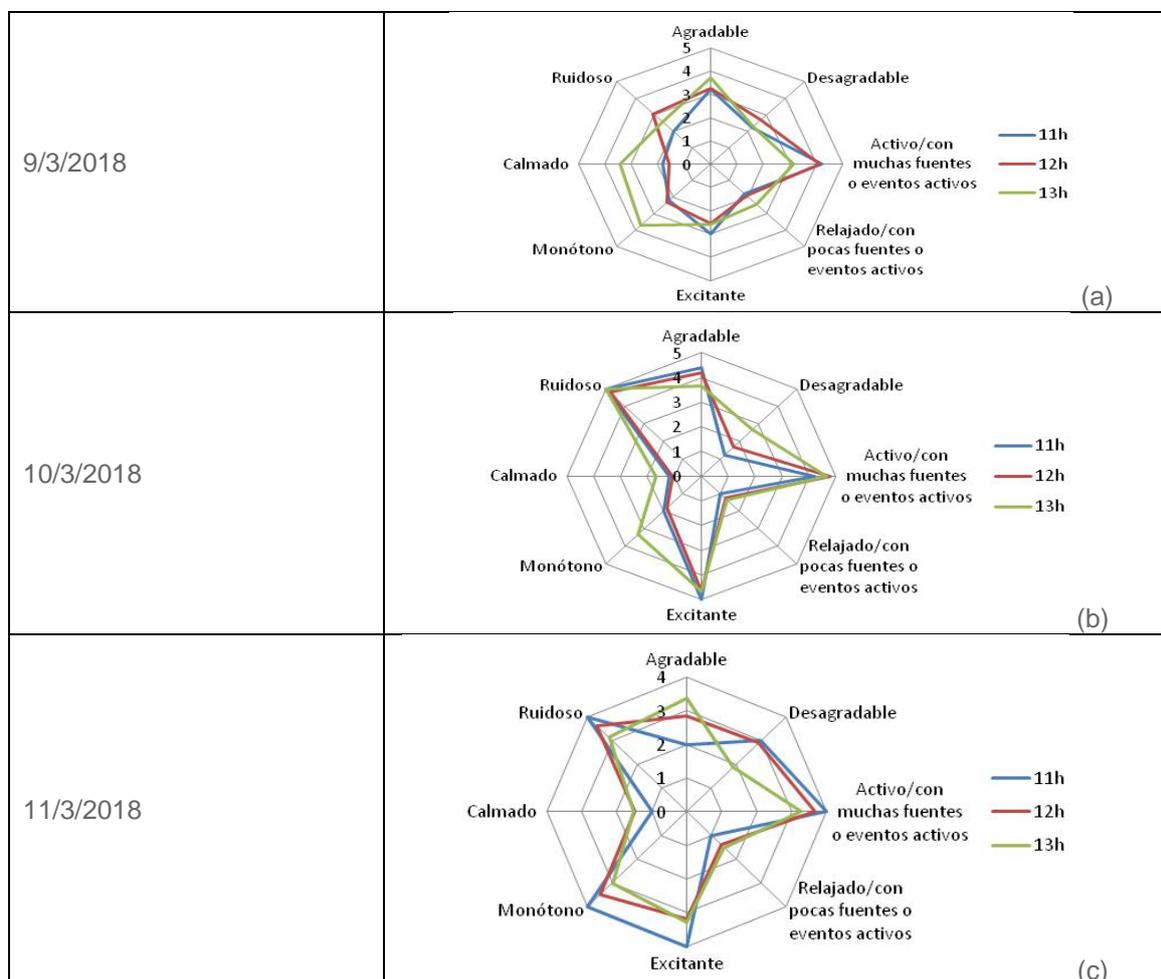


Figura 3. Valores promedio horarios para cada uno de los días de cuestión de las apreciaciones subjetivas para los adjetivos que califican la calidad del paisaje sonoro según el "Protocolo Sueco"

5. CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha utilizado un sistema IoT para la recogida de información en el entorno exterior de la Falla Inmaterial de la ETSE (ubicado en la salida del metro de la calle Xàtiva en València). El nodo ha recogido información de audio y ha calculado los parámetros psicoacústicos (*loudness* y *sharpness*) realizando una síntesis binaural al considerar HRTFs, así como el SPL y su ponderación con escala A. Se han valorado los promedios horarios (a partir de medidas de 10 segundos) de cada uno de estos parámetros.

También se han realizado una serie de campañas de encuestas para recoger la respuesta subjetiva de los viandantes siguiendo el "Protocolo Sueco" de valoración de la calidad del paisaje sonoro percibido. La valoración de los promedios globales para las 84 encuestas realizadas muestra que, en general, aunque la gente percibía el entorno como activo y bastante ruidoso, no se interpretaba como desagradable debido a que probablemente mucha de esta gente iba a participar de la fiesta de las fallas. Por otra, parte también se ha determinado la evolución temporal de la respuesta subjetiva horaria durante los tres días de cuestión.

Para un estudio más profundo se deja el análisis de la correlación entre los valores promedio horarios entre los parámetros medidos y la apreciación subjetiva a partir del protocolo sueco.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Economía y Competitividad por su soporte económico, que ha permitido la realización de esta investigación, gracias a los proyectos BIA2016-76957-C3-1-R. También quieren agradecer a todas aquellas personas que han dado acceso a sus casa o puestos de trabajo para la realización de la medidas.

REFERENCIAS

1. World Health Organization. Burden of Disease From Environmental Noise-Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe. Disponible online: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf?ua=1 (accedido el 12/09/2018).
2. The London Road Traffic Noise Map. Disponible online: <http://www.londonnoisemap.com> (accedido el 12/09/2018).
3. Aletta, F.; Kang, J.; Axelsson, Ö. Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models. *Landsc. Urban Plan.* **2016**, 149, 65–74
4. Fastl, H. The psychoacoustics of sound-quality evaluation. *Acta Acust. United Acust.* **1997**, 83, 754–764.
5. International Organization for Standardization. Acoustics—Assessment of Noise Annoyance by Means of Social and Socio-Acoustic Surveys; ISO TS 15666:2003; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2003.
6. International Organization for Standardization. Acoustics—Methods for Calculating Loudness—Part 1: Zwicker Method; Part 2: Moore-Glasberg Method; ISO 532:2017; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2017.
7. International Organization for Standardization. Acoustics—Soundscape—Part 1: Definition and Conceptual Framework; ISO 12913-1:2014; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2014.
8. Soundscapes of European Cities and Landscapes. Disponible online: http://soundscape-cost.org/documents/COST_TD0804_E-book_2013.pdf (accedido el 12/09/2018)
9. Marsal-Llacuna, M.L.; Colomer-Llinàs, J.; Meléndez-Frigola, J. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* **2015**, 90, 611–622.
10. Panagiotou, C.N.; Zygouras, N.; Katakis, I.; Gunopulos, D.; Zacheilas, N.; Boutsis, I.; Kalogeraki, V.; Lynch, S.; O'Brien, B. Intelligent Urban Data Monitoring for Smart Cities. En *Proceedings of the European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery (ECML/PKDD-16)*, Riva del Garda, Italy, 19–23 Septiembre 2016.
11. Rghioui, A.; Sendra, S.; Lloret, J.; Oumnad, A. Internet of Things for Measuring Human Activities in Ambient Assisted Living and e-Health. *Netw. Protoc. Algorithms* **2016**, 8, 15–28.
12. Solanas, A.; Patsakis, C.; Conti, M.; Vlachos, I.S.; Ramos, V.; Falcone, F.; Postolache, O.; Perez-Martinez, P.A.; Di Pietro, R.; Perrea, D.N. Smart health: a context-aware health paradigm within smart cities. *IEEE Commun. Mag.* **2014**, 52, 74–81.
13. Ji, Z.; Ganchev, I.; O'Droma, M.; Zhao, L.; Zhang, X. A Cloud-Based Car Parking Middleware for IoT-Based Smart Cities: Design and Implementation. *Sensors* **2014**, 14, 22372–22393, doi:10.3390/s14122372.
14. Åsten Axelsson, Mats E. Nilsson, Birgitta Berglund; The Swedish soundscape-quality protocol. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), pp. 3476-3476, **2012**. DOI: 10.1121/1.4709112
15. Santini, S.; Vitaletti, A. Wireless sensor networks for environmental noise monitoring. En *Proceedings of the 6th GI/ITG KuVS Workshop Wireless Sensor Networks*, Aachen, Germany, 16–17 Julio 2007; pp. 98–101.
16. Santini, S.; Ostermaier, B.; Vitaletti, A. First experiences using wireless sensor networks for noise pollution monitoring. En *Proceedings of the 3rd ACM Workshop Real-World Wireless Sensor Network (REALWSN)*, Glasgow, UK, 1–4 Abril 2008; pp. 61–65.
17. Polastre, J.; Szewczyk, R.; Culler, D. Telos: Enabling ultra-low power wireless research. En *Proceedings of the 4th International Symposium on Information Processing in Sensor Networks (IPSN)*, Los Angeles, CA, USA, 24–27 Abril 2005; pp. 364–369.
18. Hakala, I.; Kivelä, I.; Ihalainen, J.; Luomala, J.; Gao, C. Design of low-cost noise measurement sensor network: Sensor function design. En *Proceedings of the IEEE 1st International Conference on Sensor Device Technologies and Applications*, Venice, Italy, 18–25 Julio 2010; pp. 172–179.
19. Kivelä, I.; Gao, C.; Luomala, J.; Hakala, I. Design of noise measurement sensor network: Networking and communication part. En *Proceedings of the 5th International Conference on Sensor Technologies and Applications*, Côte d'Azur, France, 21–27 Agosto 2011; pp. 280–287.



FIA 2018

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

20. Santini, S.; Ostermaier, B.; Adelman, R. On the Use of Sensor Nodes and Mobile Phones for the Assessment of Noise Pollution Levels in Urban Environments. In Proceedings of the 6th International Conference on Networked Sensing Systems (INSS 2009), Pittsburg, CA, USA, 17–19 June 2009.
21. Maisonneuve, N.; Stevens, M.; Niessen, M.E.; Hanappe, P.; Steels, L. Citizen noise pollution monitoring. En Proceedings of the 10th Annual International Conference on Digital Government Research: Social Networks: Making Connections between Citizens, Data and Government, Puebla, Mexico, 17–21 Mayo 2009; pp. 96–103.
22. Maisonneuve, N.; Stevens, M.; Niessen, M.E.; Steels, L. Noise-Tube: Measuring and mapping noise pollution with mobile phones. En Information Technologies in Environmental Engineering (Environmental Science and Engineering); Athanasiadis, I., Rizzoli, A.E., Mitkas, P.A., Gómez, J.M., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2009; pp. 215–228.
23. Aletta, F.; Kang, J. Soundscape approach integrating noise mapping techniques: A case study in Brighton, UK. *Noise Mapp.* **2015**, *2*, 1–12.
24. Aumond, P.; Can, A.; De Coensel, B.; Botteldooren, D.; Ribeiro, C.; Lavandier, C. Modeling Soundscape Pleasantness Using perceptual Assessments and Acoustic Measurements Along Paths in Urban Context. *Acta Acust. United Acust.* **2017**, *103*, 430–443.
25. Zwicker, E.; Fastl, H. *Psychoacoustics: Facts and Models*; Springer Science and Business Media: Berlin, Germany, 2013.
26. Moore, B.C.; Glasberg, B.R. Modeling binaural loudness. *J. Acoust. Soc. Am.* **2007**, *121*, 1604–1612.
27. Fastl, H. Loudness and annoyance of sounds: Subjective evaluation and data from ISO 532 B. INTER-NOISE NOISE-CON Congr. Conf. Proc. **1985**, 1403–1406.
28. Sivonen, V. P. Directional Loudness Perception: The Effect of Sound Incidence Angle on Loudness and the Underlying Binaural Summation. Ph.D. Thesis, The Faculty of Engineering and Science, Aalborg University, Aalborg, Denmark, 2006.
29. Zwicker, E.; Fastl, H.; Widmann, U.; Kurakata, K.; Kuwano, S.; Namba, S. Program for calculating loudness according to DIN 45631 (ISO 532B). *J. Acoust. Soc. Jpn. E* **1991**, *12*, 39–42.
30. Noriega-Linares, J.E.; Rodríguez-Mayol, A.; Cobos-Serrano, M.; Segura-García, J.; Felici-Castell S.; Navarro, J.M. A Wireless Acoustic Array System for Binaural Loudness Evaluation in Cities. *IEEE Sens. J.* **2017**, *17*, 7043–7052, doi:10.1109/JSEN.2017.2751665.
31. Segura-García, J.; Felici-Castell, S.; Pérez-Solano, J.J.; Cobos-Serrano, M.; Navarro, J.M. Low-Cost Alternatives for Urban Noise Nuisance Monitoring Using Wireless Sensor Networks. *IEEE Sens. J.* **2015**, *15*, 836–844, doi:10.1109/JSEN.2014.2356342
32. Segura-García, J.; Navarro-Ruiz, J.M.; Pérez-Solano, J.J.; Montoya-Belmonte, J.; Felici-Castell, S.; Cobos, M.; Torres-Aranda, A.M. Spatio-Temporal Analysis of Urban Acoustic Environments with Binaural Psycho-Acoustical Considerations for IoT-Based Applications. *Sensors* **2018**, *18*, 690.
33. Jeon, J.Y.; Hong, J.Y.; Lavandier, C.; Lafon, J.; Axelsson, O.; Hurtige, M. A cross-national comparison in assessment of urban park soundscapes in France, Korea, and Sweden through laboratory experiments. *Appl. Acoust.* **2018**, *133*, 107–117