

ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN ACÚSTICA EN ESPACIOS ABIERTOS CON REFUERZO ELECTROACÚSTICO

PACS: 43.38.Ar

Vida, Jerónimo¹; Puga, Juan Luí²; Peinado, Adelina³ y Cárdenas, Carolina³

¹ Dpto. de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071 – Granada.
958 240 502, jvida@ugr.es

² UNISON, S.L., PT Ciencias de la Salud, 18100 - Armilla (Granada)

958 750 592, puga@unison.es

³ Unidad de Calidad Ambiental, Hospital Real, Universidad de Granada, 18071 – Granada
958 248 385, apeinado@ugr.es , cpaiz@ugr.es,

RESUMEN

En ciertos eventos al aire libre, como conciertos y actuaciones, se suelen instalar sistemas de refuerzo electroacústico. Los modelos de dispersión acústica, bastante desarrollados para la predicción del impacto acústico de otro tipo de focos ruidosos, muestran en este caso un desarrollo aún insuficiente. Teniendo esto en cuenta, se han estudiado “in situ” las características de un sistema de amplificación al aire libre con refuerzo electroacústico, al objeto de conocer mejor su comportamiento acústico y comparar los resultados obtenidos con los modelos de dispersión existentes.

SUMMARY

Electro acoustic reinforce systems are usually installed in certain open air celebrations, such us shows and music concerts. Even though acoustic dispersion models give accurate estimations for other types of sound sources, making it possible the determination of the acoustic impact to a satisfactory level, this is not the case for electro acoustic reinforce systems. Having this in mind, an experimental determination has been carried out in order to estimate the characteristics presented by an open air amplification array including a reinforce system.

1. INTRODUCCIÓN

Con la aprobación del Real Decreto 1367/2007, se establecieron unos objetivos de calidad acústica aplicables a actividades que recogemos a continuación (Anexo III, Tabla B1: Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades):

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

Esto plantea un conflicto importante a la hora de las actividades musicales al aire libre, las cuales generan niveles de ruido bastante elevados debido a los potentes sistemas de refuerzo electroacústico que suelen emplear. Antes de la concesión de las pertinentes autorizaciones para su realización, es poco habitual la realización de estudios o simulaciones del posible impacto acústico para determinar la mejor ubicación de los mismos o simplemente estimar la afección que pueda generar o posibles medidas correctoras. El resultado es la superación de los límites legales de forma considerable generando un impacto acústico muy elevado.

En el caso de las infraestructuras se suele considerar la figura de la servidumbre acústica precisamente para proteger posibles futuras afecciones debido a focos de ruido conocidos y caracterizados. La Ley 37/2003, del ruido recoge lo siguiente al respecto:

“1. Los sectores del territorio afectados al funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo, portuario o de otros equipamientos públicos que se determinen reglamentariamente, así como los sectores de territorio situados en el entorno de tales infraestructuras, existentes o proyectadas, podrán quedar gravados por servidumbres acústicas.

2. Las zonas de servidumbre acústica se delimitarán en los mapas de ruido medido o calculado por la Administración competente para la aprobación de éstos, mediante la aplicación de los criterios técnicos que al efecto establezca el Gobierno.”

Posteriormente, ya en el Real Decreto 1367/2007, se determina de forma exacta el procedimiento para la delimitación de las servidumbres:

“b) La Zona de servidumbre comprenderá el territorio incluido en el entorno de la infraestructura delimitado por la curva de nivel del índice acústico que, representando el nivel sonoro generado por ésta, esté más alejado de la infraestructura, correspondiente al valor límite del área acústica del tipo a), sectores del suelo con predominio de uso residencial, que figuran en la tabla A1 del Anexo III.”

Tabla A1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70	70	60

Sin embargo, aunque la idea original de la Ley del Ruido era aplicar el concepto de servidumbres acústicas a otros equipamientos públicos además de las propias infraestructuras de transporte, en el Real Decreto 1367/2007 se ha acotado esta figura enfocándola únicamente a infraestructuras de interés público como son los grandes ejes viarios, ferrocarriles y aeropuertos, probablemente debido a la polémica que suscita, el enfrentamiento de intereses de distinto tipo y a los problemas de tipo técnico que se traslada a la administración local para su delimitación e inclusión en el planeamiento urbano.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El equipo electroacústico ensayado corresponde a un nuevo sistema de sonorización para conciertos y actividades al aire libre de la marca Quality Field Sound (QFS), denominado "Conjunto Marbella", instalado en fase de pruebas para esta ocasión. Este sistema consiste en:

- Array QFS modelo Marbella (2 torres con 8 unidades cada una). Las principales características son (Gómez, 2008):
 - Respuesta en frecuencia: 60 Hz-19 KHz (± 3 dB)
 - SPL max.: 104 dB (1 W – 1 m)
 - Máx. Salida axial calculada: Promedio 34,7 dB, Pico 140,7 dB
 - Potencia admisible (RMS) LF: 600+600 / 1200 + 1200 / 2400 + 2400 W
- Sub-grave QFS modelo Sub Marbella (8 unidades en el suelo). Las principales características son:
 - Respuesta en frecuencia: 40 Hz - 155 Hz (± 3 dB)
 - Sensibilidad Axial: 100 dB
 - Max. Salida axial calculada: Promedio 126,5 dB, Pico 132 dB.
 - Portencia admisible (RMS/Programa/Pico): 140 / 2800 / 5600 W



Figura 1. Montaje del equipo de sonido "Conjunto Marbella"

La instrumentación empleada en la medida experimental de niveles sonoros fue:

- Sonómetro Bruel & Kjaer modelo 2260 Investigator.
- Sonómetro Rion modelo NA-27.

Como señal de prueba se empleó ruido rosa a diferentes niveles. Un primer nivel de prueba a un volumen elevado, de forma que se sobrepasase en todas las bandas de frecuencia el ruido de fondo en, al menos, 6 dB y otra posterior al máximo nivel que podría ofrecer el conjunto.

3. DISTRIBUCIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA

Para realizar las medidas experimentales de los niveles de presión sonora generados por este sistema, se dividió el área entre el escenario y el punto de control del equipo de sonido, situado a 25 metros aproximadamente, en tres franjas o zonas que denominamos "izquierda", "centro" y "derecha" mirando desde el punto de control hacia el escenario.

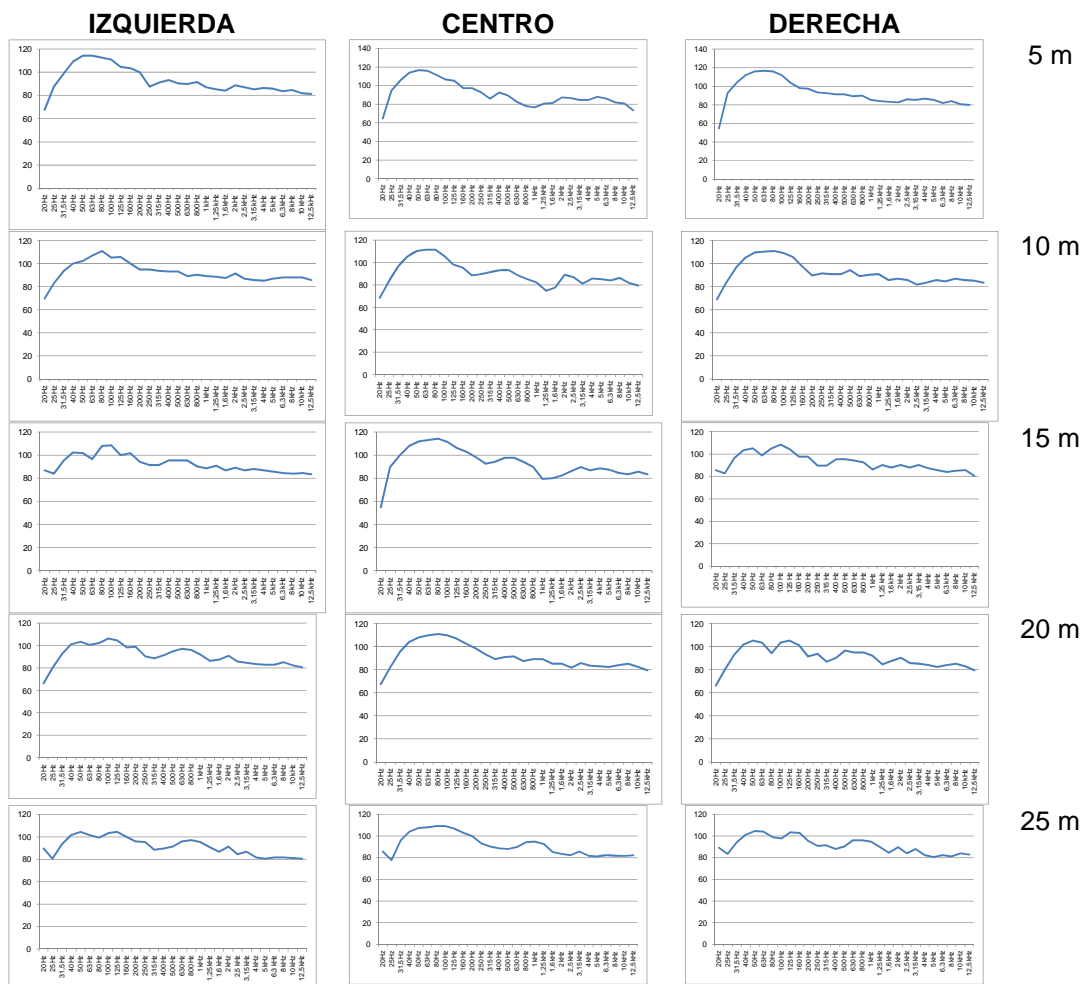
La calle donde se situó el equipo tenía 12 metros de ancho con acera a ambos lados de 1,5 metros de ancho (ancho total de 15 metros). Los registros se realizaron a intervalos de cinco metros desde el escenario, en cada una de las tres zonas antes mencionadas. En total se realizaron tres medidas en cada una de las distancias de 5, 10, 15, 20 y 25 metros desde el frente de altavoces, dando un total de 15 puntos de medida (15 registros sonoros).

Las medidas se hicieron en banda de 1/3 de octava con ponderación Plana y A, de forma que el análisis de los registros permitiera también su estudio espectral, la comprobación del comportamiento de este sistema y su caracterización acústica, al objeto de modelizar lo mejor posible este foco ruidoso.

4. ESTUDIO CON LOS MODELOS DE DISPERSIÓN

Una vez caracterizado el foco ruidoso, se introdujo la información en el software de cartografiado acústico IMMI, en su versión 5.3.1.d, desarrollado por la empresa Wölfel (Wölfel, 2005). Para diseñar el correspondiente modelo, se dieron los siguientes pasos:

- 1) Introducción de la cartografía de trabajo, para lo cual se crearon planos en formato CAD. Inicialmente se trabajó con una cuadrícula de trabajo de 1.000x1.000 metros, pero con las primeras simulaciones se vio insuficiente debido a que la afección acústica tiene un área mucho mayor, ampliándola finalmente a 1500x1500 metros.
- 2) Introducción de los focos ruidosos, ubicando los distintos altavoces en el escenario y sus características acústicas, a partir de las mediciones "in situ" y las aportadas por el fabricante. Los principales parámetros de entrada fueron el L_w (A) y la directividad de los mismos. Gracias a las mediciones realizadas, se ha dispuesto de información espectral en bandas de 1/3 de octava que mostramos a continuación para cada una de las tres zonas en las diferentes distancias a las que se efectuaron mediciones (5, 10, 15, 20 y 25 metros).



- 3) Creación de las diferentes simulaciones que reprodujeran los ensayos realizados. Para ello, y a tenor de las mediciones realizadas, se crearon dos tipos de focos ruidosos. Por una parte, se definió un foco lineal para caracterizar a los subgraves que estaban situados a ras de suelo en una hilera con una pequeña separación entre cada caja. Por otra parte, dos focos puntuales situados a una altura media de 6 metros (son 8 altavoces que están entre 4 y 8 metros de altura), uno en cada extremo de la línea de

subgraves definida. De Las diferentes posibilidades que ofrece IMMI, se empleó el modelo de dispersión de la ISO 9613.

4) Ajuste del modelo conforme a las mediciones “in situ” efectuadas.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

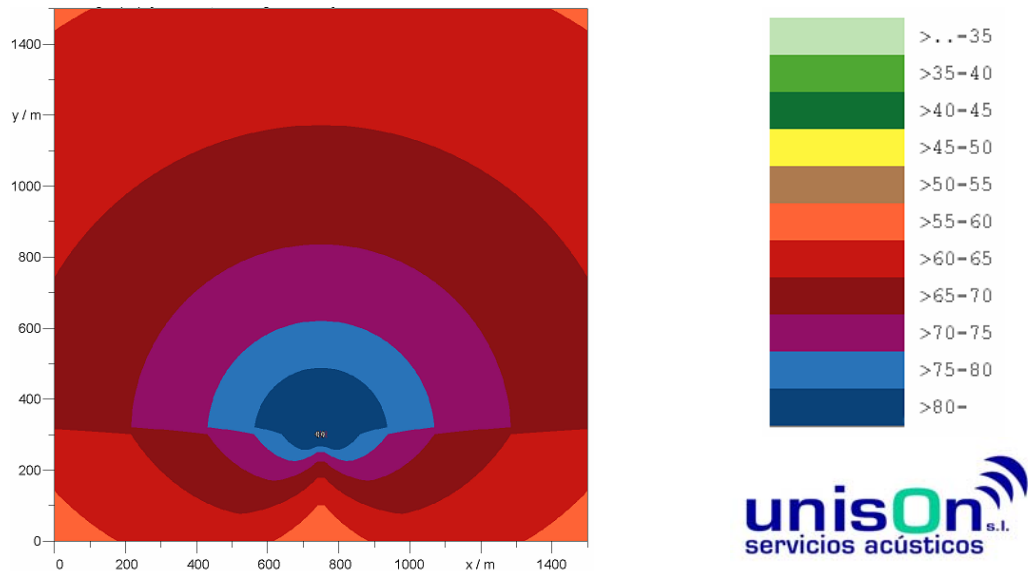


Figura 2. Simulación mediante IMMI del “Conjunto Marbella” al aire libre.

El área de afección se ubicó tomando como nivel de referencia acústico el que la normativa establece para la zona de servidumbre acústica, 50 dBA de L_n . Quizá tendría más sentido aplicar un $L_{k,n}$ de 45 dBA, lo que supondrían un criterio mucho más restrictivo que ampliaría de forma considerable ese área de afección, aunque no se ha optado por este criterio ya que la normativa no lo recoge así. De esta forma, calculando las distancias hasta el comienzo de la isófona de 50-60 dBA de L_n , se obtiene como resultado una distancia de 1.360 metros.

Una vez realizado el modelo, se estudió una posible variación consistente en la realización de la actividad musical dentro de un recinto semicerrado como es un campo de fútbol. Para ello se simuló la construcción de una pared vertical de 25 metros de altura con las dimensiones exteriores de un estadio deportivo (se emplearon los datos de La Rosaleda de Málaga), considerando también un aislamiento de una pared de hormigón de 180 mm de espesor y una absorción media de -4 dB, obteniendo los siguientes resultados:

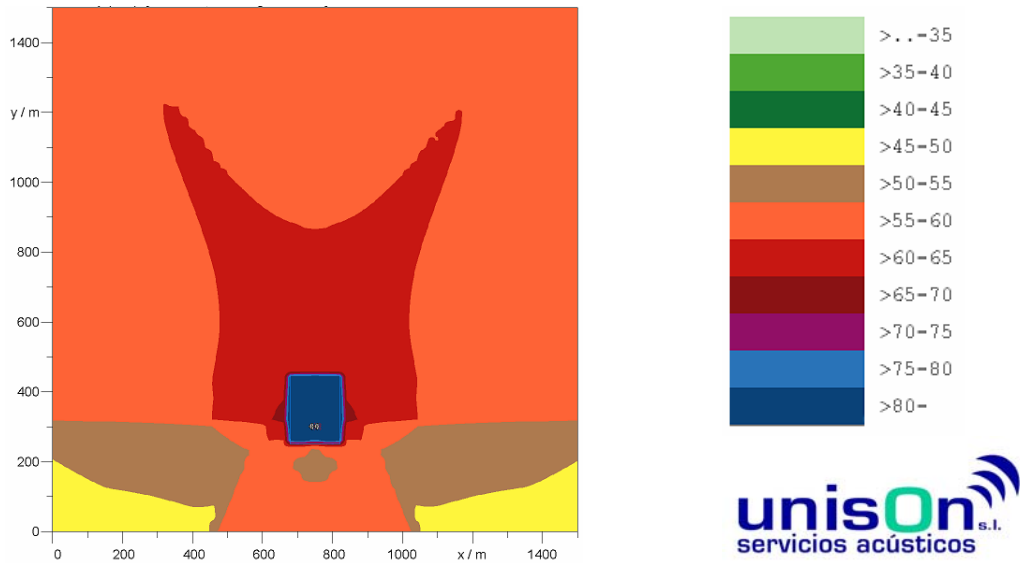


Figura 3. Simulación mediante IMMI del "Conjunto Marbella" en un estadio de fútbol.

Con esta variación conseguimos una importante reducción en la distancia hasta el punto más alejado de la isófona de 55-60 dBA, situado en torno a los 850 metros. En la figura 3 observamos claramente definidas las zonas de afección de los array, lo que nos permite afirmar que con una redistribución de la posición de los mismos, normalmente situados entre 4 y 8 metros de altura, se podría reducir esta distancia incluso hasta los 410 metros aproximadamente.

5. CONCLUSIONES

Podemos concluir que, con la normativa vigente, resulta incompatible la realización de conciertos y actuaciones en espacios al aire libre con sistemas de megafonía similares al analizado, al presentar un considerable impacto acústico tanto en magnitud como en extensión. Si se aplicara el concepto de servidumbre acústica a este tipo de actos, las restricciones propias previstas para estas zonas implicarían necesariamente su realización en áreas muy retiradas de ambientes residenciales.

Sin embargo, su organización en recintos deportivos semicerrados, tales como un estadio de fútbol o una plaza de toros, reduce de forma significativa la afección del mismo (hasta en un 75% de superficie de "servidumbre acústica"). Además, realizando estudios previos se puede optimizar el impacto generado mediante la redistribución espacial y la orientación de los equipos de sonido instalados en altura (array).

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. BOE nº 254, 23 de octubre de 2007.
Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. BOE nº 276, 18 de noviembre de 2003.
Gómez. L: Manual Conjunto Marbella. STAV 2008.
Wolfelf Mebsysteme. Software IMMI 5 Manual. 2005

