

EXTRAPOLACIÓN DE DATOS SONOMÉTRICOS PARA EVALUAR EL IMPACTO ACÚSTICO DEL PROYECTO DE UNA NUEVA PISTA PARA EL AEROPUERTO DE GRAN CANARIA

Hernández Pérez, Eduardo; Medina Molina, Manuel; Caballero Suárez, Juan Manuel; Cabrera Quintero, Fidel

Departamento de Señales y Comunicaciones

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

conacu@dsc.ulpgc.es; mmedina@dsc.ulpgc.es; ehernandez@dsc.ulpgc.es; jcaballero@dsc.ulpgc.es; fquintero@dsc.ulpgc.es

Resumen

Cuando se proyecta una nueva infraestructura aeroportuaria es preceptiva la realización de un estudio del impacto acústico en la zona, esto normalmente se lleva a cabo mediante software de simulación cuando no se dispone de registros de campo. Ahora si disponemos de medidas de campo respecto a la situación actual, sería posible habilitar algún procedimiento para realizar una extrapolación de los datos actuales a la situación futura. Para hacerlo se ha desarrollado un procedimiento mediante el que es posible obtener un mapa sonoro del impacto acústico teniendo en cuenta conceptos básicos de propagación sonora.

Palabras-clave: ruido, acústica ambiental, mapa de ruido.

Abstract

When planning a new airport infrastructure is required to conduct a study of noise impact in the area, this will normally be carried out using simulation software provided that there is no record of field. Now if we have measures of field regarding the current situation, it would be possible to enable a procedure for an extrapolation of current data on the future status. To do so we have developed a procedure by which it is possible to obtain a map of the impact sound acoustic taking into account the basics of sound propagation

Keywords: noise, environmental acoustics, noise map.

1 Introducción

La agencia estatal española Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (en adelante AENA) tiene proyectado construir una segunda pista civil en el aeropuerto de Gran Canaria (Islas Canarias, España), lógicamente en su momento deberán presentarse los estudios relativos al impacto acústico que causaría en su entorno. Lo más probable es que dicho estudio se realice utilizando modelado matemático por medio del software Integrated Noise Model (INM en adelante), como se ha hecho

hasta ahora con otras actuaciones en el mismo aeropuerto. Este procedimiento permite realizarlo con rapidez y posiblemente también con menor coste económico. Sin embargo, en general sabemos que existen muchos aspectos [1], que no son objeto de este artículo, que pueden limitar la efectividad de sus resultados, al menos desde el punto de vista de las personas directamente afectadas.

En el año 2006 se realizaron por encargo del Ayuntamiento de Ingenio medidas sismométricas de campo a fin de aportar otro punto de vista al expuesto por AENA en sus diversos estudios al respecto [2] y [3], todos ellos elaborados con el concurso del programa INM. A lo largo y ancho del municipio de Ingenio se dispusieron un total de 20 estaciones sismométricas compuestas de sismómetros Rion NL-18 dotados con kit de intemperie y sistema de alimentación ininterrumpida. Las medidas de campo se llevaron a cabo durante un mes y medio. Así mismo se realizaron medidas de campo a lo largo del pasillo aéreo que siguen los aviones para tomar tierra en el aeropuerto.

El pasado año 2007 fueron realizadas por encargo del Ayuntamiento de Agüimes medidas de campo en algunos de los barrios de dicho municipio, barrios afectados principalmente por el sobrevuelo de las aeronaves en su aproximación al aeropuerto. Se utilizó el mismo tipo de instrumentación pero en este caso el número de estaciones fue mucho menor, ya que se buscaba una información puntual y no un mapa de ruido como en el municipio de Ingenio. Los registros obtenidos en esta segunda campaña de medidas nos han permitido obtener mayor información acerca de los niveles sonoros presentes como consecuencia del sobrevuelo de las aeronaves.

El planteamiento que nos hacemos es elaborar algún procedimiento que con los registros de campo disponibles permita una extrapolación mediante la que estimar como se verá modificado el mapa de ruido del municipio de Ingenio, en el caso en que se ejecutase el proyecto de segunda pista civil para el aeropuerto de Gran Canaria. Para ello vamos a emplear como accesorios métodos de análisis regresivo que permitan abordar la consecución del proceso de extrapolación. No hemos de olvidar que disponemos una situación que requiere un traslado espacial, Figura 1, y a partir de ahí el cálculo de los niveles sonoros que se estiman pueden aparecer.

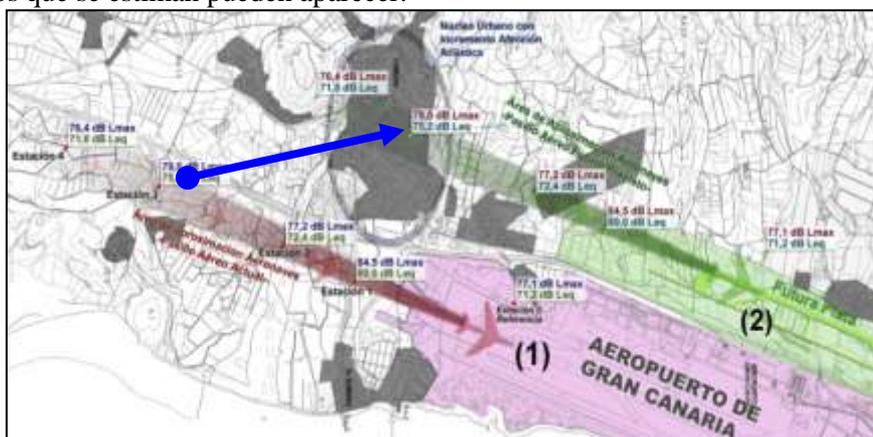


Figura 1 – Pasillo aéreo actual (1) y pasillo aéreo para la 2ª pista civil (2).

Una opción podría ser dado que se disponen datos del pasillo aéreo y que justo una de esas posiciones se encuentra sobre una estación denominada Toril, establecer esta como referencia y obtener las restantes usando métodos de interpolación, así mismo ese nuevo pasillo podría provocar reacciones similares en otras estaciones, de ese modo iríamos componiendo datos sobre las estaciones que nos podrían proporcionar una serie de localizaciones con datos estimados y a partir de ahí practicar una interpolación para completar el mapa estimado. Sin embargo, creemos que esto obviaría muchas constantes de la propagación presentes en la estadística de los datos recopilados en cada una de las estaciones.

Como ya hemos comentado partimos del conocimiento de los niveles imperantes en las distintas estaciones del municipio, en concreto en la Figura 2 tenemos el mapa de ruido para el L_{Aeq} nocturno

obtenido como resultado de las medidas de campo, confeccionado atendiendo a lo indicado en la norma ISO y UNE correspondientes [5] y [6]. Además, indicar que todos los datos que se utilizan en este trabajo pertenecen al periodo nocturno de las estaciones, es decir 23:00 horas a 07:00 horas.

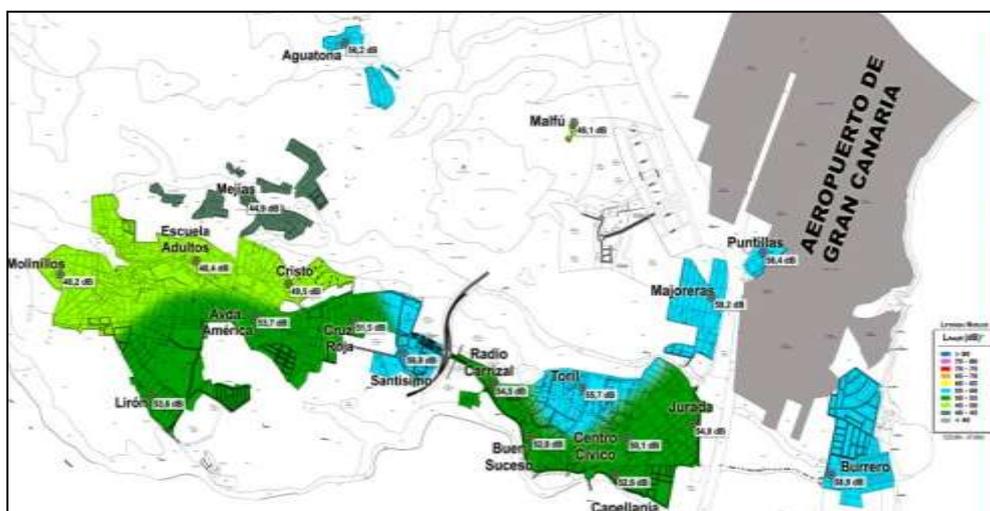


Figura 2 – Distribución del L_{AeqN} en el municipio de Ingenio (Gran Canaria).

En la puesta a punto del procedimiento y la metodología seguida, según se describe en el apartado siguiente, hemos hecho uso del programa MATLAB.

Por último indicar que la información que hemos recogido en cada una de las estaciones obedece a un cumulo de circunstancias, es decir el concurso de diversos fenómenos acústicos: Divergencia, directividad, efectos atmosféricos, fenómenos locales (entorno de cada estación de medida), ruido de fondo (por eso hemos seleccionado el periodo nocturno, aún a sabiendas de un menor número de eventos) y tipo de fuente considerada (distintos tipos aviones en movimiento descendente y no siempre la misma trayectoria exacta), es decir un conjunto de variables aleatorias difícilmente modelables separadamente cuando se trata de una situación donde no tenemos un control de absolutamente todo lo que está ocurriendo, por ejemplo para empezar no disponemos de una identificación precisa de todas y cada una de las aeronaves (eventos sonoros).

2 Metodología

Los registros sonométricos disponibles para cada estación nos proporcionan varios parámetros de entre los cuáles hemos escogido el nivel continuo equivalente ponderado A con tiempo de integración de un minuto. El primer proceso al que hemos sometido estos datos es a la identificación de los eventos que son producto a su vez de un evento aeroportuario (fundamentalmente aterrizajes), para ello utilizamos los registros sonométricos realizados en la que era para nosotros la estación de referencia ubicada muy próxima a la cabecera de pista del aeropuerto. La Figura 3 nos muestra en la parte superior y en trazo rojo el registro de la estación de referencia mientras que el trazo azul corresponde a una de las estaciones ubicadas en el municipio, como puede verse los picos están marcados, así como su correspondencia. En la parte inferior tenemos el total de eventos encontrados durante el periodo considerado con sus niveles de presión sonora frente al ruido de fondo representado por la línea base de trazo continuo, de entre estos se descartan todos aquellos que no superen en 6 dB al ruido de fondo.

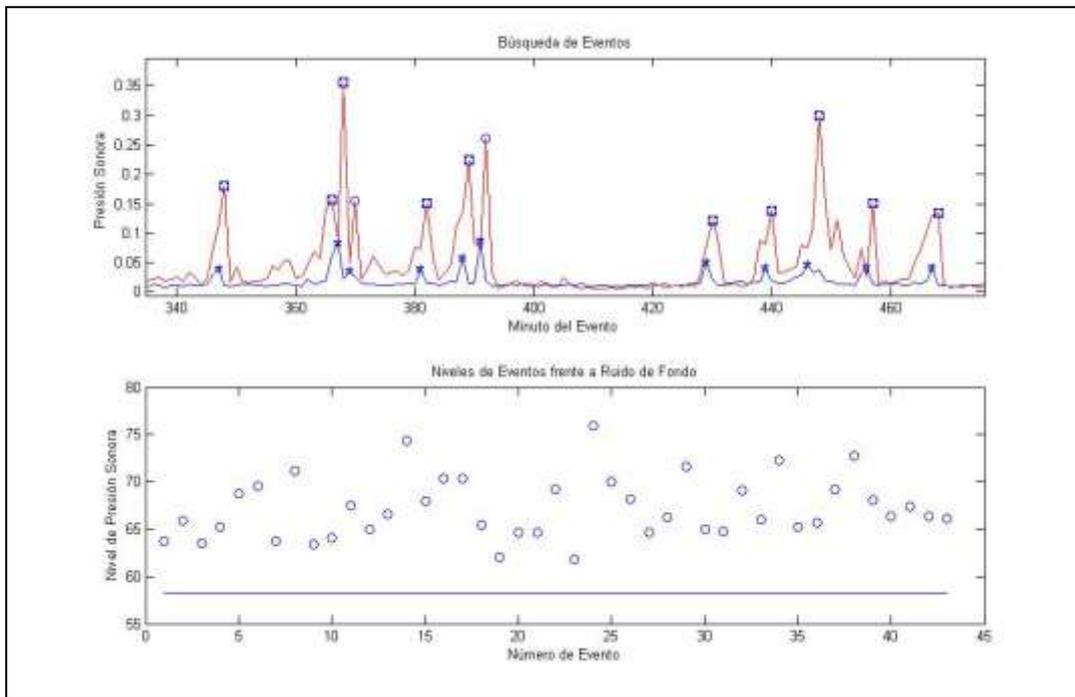


Figura 3 – Ejemplo de búsqueda de eventos.

Una vez establecida su presencia se determina la atenuación o reducción sonora en dB, entre el evento en la estación de referencia y lo obtenido en la estación considerada. A la vez obteníamos un parámetro que denominamos pseudo-distancia que nos permite establecer la cercanía o lejanía de la estación al lugar tomado como referencia. Estos parámetros fueron promediados para cada estación, día y periodo horario del día, así mismo se considero la desviación entre las estimaciones de estos parámetros, a fin de establecer un margen de variación de las estimas que vamos a realizar. En la Figura 4 podemos ver los valores de la pseudo-distancia hallados para una serie de estaciones que se encuentran distantes de la estación de referencia justo tal y como aparecen ordenadas, también es posible observar la desviación entre estimas que según hemos podido observar de los resultados estaban siempre relacionadas con situaciones de mayor ruido de fondo en la estación.

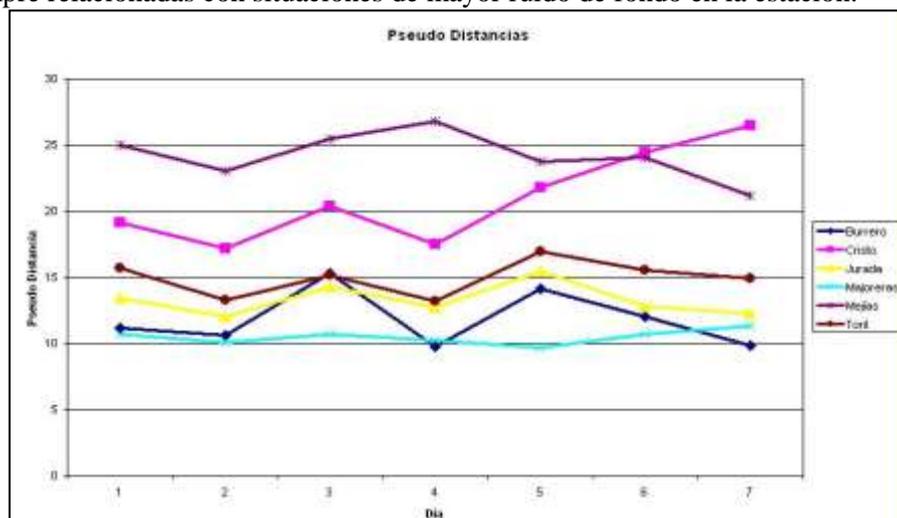


Figura 4 – Estimación de pseudo-distancias para distintas estaciones.

En [4] podemos encontrar un estudio teórico sobre el ruido de aeronaves donde se llega a unas relaciones para los niveles sonoros producto del sobrevuelo de aeronaves razonables a la vez que sencillas, expresión que exponemos seguidamente:

$$L_{AE} = L_{Amax} + 10 \cdot \log \frac{h}{v \cdot T_{ref}} \cdot \pi \quad (2)$$

donde L_{AE} es el nivel efectivo de exposición sonora, L_{Amax} el nivel sonoro máximo que se percibe, h es la distancia que separa al receptor de la trayectoria de sobrevuelo, v la velocidad de la aeronave y T_{ref} el periodo de integración.

Esta expresión sólo contempla a la aeronave, sin tener en cuenta otra serie de condicionantes, estos condicionantes aparecen para nuestro caso implícitamente en las mediciones realizadas a lo largo del periodo de medidas, por tanto el siguiente paso en nuestra metodología, una vez disponemos de las atenuaciones por estación y la pseudo-distancias, es obtener una relación lo más sencilla posible que permita dado un nivel conocido o estimado en alguna de las estaciones extrapolarlo a las del entorno. También para el caso del sobrevuelo hemos realizado un estudio similar, pero en este caso estimamos una expresión no lineal para el ruido del aeronave en sobrevuelo aproximándose a la estación de referencia situada en la cabecera de pista.

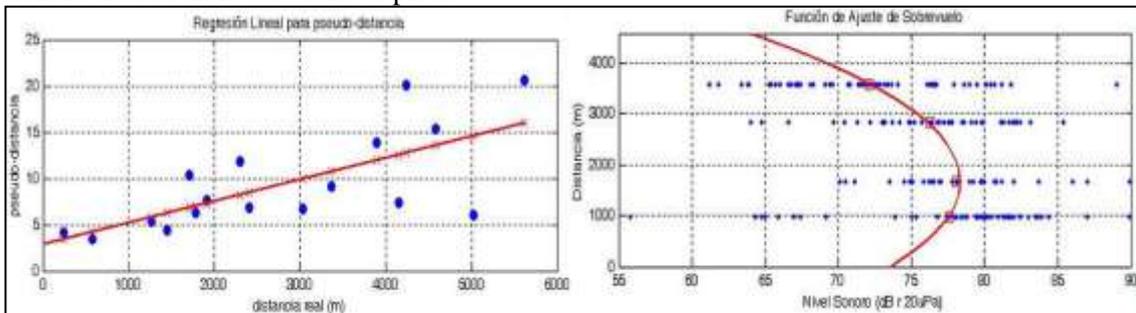


Figura 5 – Gráficas de las funciones de pseudo-distancia (izquierda) y sobrevuelo (derecha).

De este modo disponemos de una función no lineal, Figura 5 que es capaz de proporcionarnos el nivel de ruido que en promedio el tráfico de aeronaves puede provocar durante el sobrevuelo. Por otro lado, disponemos de una expresión sencilla a través de una regresión lineal que nos proporciona una idea de la propagación desde una estación dada a las restantes del municipio empleando ese parámetro que hemos denominado pseudo-distancia, ya que es mucho más que eso al llevar implícito los distintos fenómenos de propagación acústica y contexto que han jugado en la toma de los registros.

Con todo esto efectuamos el traslado del sobrevuelo a la nueva situación, Figura 1, mediante la función de sobrevuelo asignamos niveles sonoros a todos los puntos de un mallado regular, Figura 6, realizado sobre todo el municipio con paso de 200 metros. Seguidamente proyectamos usando la expresión de pseudo-distancia para estimar los niveles en el resto de puntos del mallado.

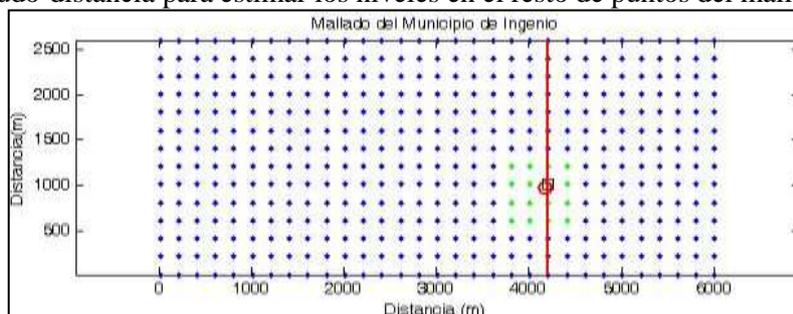


Figura 6 – Mallado del municipio, trayectoria del sobrevuelo (trazo rojo continuo), estación de referencia en la zona (círculo rojo) y lugar donde se traslada al mallado (cuadrado negro).

3 Resultados

En base a la metodología descrita en el apartado 2 a continuación pasamos a mostrar y comentar los resultados alcanzados. En primer lugar en la Tabla 1 tenemos, para un conjunto reducido de estaciones, repartidas regularmente por el municipio, Figura1 ó 2. En esta tabla observamos los resultados promediados para R(dB) la reducción sonora encontrada entre esa estación y la de referencia para el conjunto de eventos total que aparecen en la última columna, seguidamente std(R) hace referencia a la desviación estándar entre los valores de R(dB), Lmax1 y Lmax2 dan cuenta de los niveles máximos y mínimos que según los eventos considerados y la reducción sonora deberían haber alcanzado las fuentes sonoras que provocaron el evento (estimación del margen dinámico de los niveles sonoros de la fuente). R.Fondo da cuenta del ruido de fondo que en promedio se encontraba en esa estación. La pseudo-distancia aparece como r y su desviación típica como std(r). En principio estos resultados ordenan adecuadamente las estaciones en función de su orientación, separación y contexto. Por ejemplo la estación de Majoreras presenta la menor desviación, ello se debe fundamentalmente a su proximidad a una autopista por lo que los niveles sonoros son muy contantes, no tenemos grandes variaciones por otros fenómenos de propagación que si actúan y de manera acusada en estaciones más alejadas como puede ser Mejías, dónde los fenómenos meteorológicos, como por ejemplo el viento o brisa procedente del mar hacen que la percepción presente grandes fluctuaciones.

Tabla 1 – Estimaciones realizadas para cada estación.

Estación	R (dB)	std(R)	Lmax1	Lmax2	R.Fondo	r	std(r)	nº eventos
Burrero	12,17	3,86	80,66	72,53	55,75	4,44	2,20	105
Majoreras	10,51	2,01	78,76	74,75	56,39	3,41	0,78	146
Jurada	13,30	4,48	79,06	70,11	51,66	5,28	2,91	142
Toril	14,97	4,01	80,58	72,57	53,91	6,29	3,14	113
Cristo	20,99	4,67	82,55	73,22	46,78	13,90	8,11	84
Mejías	24,18	5,40	81,22	70,43	42,48	20,06	13,75	85

Con estos datos para cada una de las estaciones y aplicando la metodología descrita hemos obtenido los mapas que aparecen en Figura 7 y Figura 8 . La Figura 7 nos muestra el mapa de ruido resultante de considerar que las desviaciones encontradas favorecen la propagación en un 30%, mientras que en la Figura 8 nos ponemos en el caso en que son desfavorables en la misma cuantía.



Figura 7 – Mapa de ruido resultante de extrapolar al supuesto de segunda pista civil estimado sobre máximos.



Figura 8 – Mapa de ruido resultante de extrapolar al supuesto de segunda pista civil estimado sobre mínimos.

4 Conclusiones

Hemos habilitado un proceso que a partir de los registros sonométricos de un grupo discreto de estaciones permite establecer una relación entre ellas mezclando información geométrica con fenómenos de propagación y otros de índole acústica y naturaleza aleatoria, de modo que si las condiciones de una de las estaciones cambia por traslado en la ubicación de la fuente de ruido, como es el caso que nos ocupa, es posible estimar la nueva distribución de niveles y a partir de esta estima vislumbrar el grado de molestias que la nueva situación puede llegar a ocasionar.

El proceso a la vez que sencillo presenta resultados que entran dentro de la lógica, además las operaciones y los datos que se utilizan son básicos, el procedimiento es programable y si se dispone de alguna herramienta de programación o entorno de programación, por ejemplo MATLAB, es posible automatizar el proceso y simular distintas situaciones.

En nuestras comprobaciones, a falta de las de campo, que no son factibles por no existir la situación descrita, en general la metodología da resultados perfectamente comparables a los obtenidos con otras metodologías cuando se contraponen.

Por otro lado y desde el punto de vista del impacto que sobre la población puede causar la ejecución del proyecto de la segunda pista civil, queda claramente reflejado que será alto, observándolo desde el punto de vista del ciudadano sometido a estos eventos aún más. También para AENA el coste del aislamiento a practicar en las numerosísimas viviendas afectadas será un factor a considerar a la hora de valorar el beneficio económico y la amortización de costes.

Agradecimientos

Los trabajos de campo que permitieron la obtención de los datos utilizados se realizaron por encargo de las corporaciones municipales de los ayuntamientos de la Villa de Ingenio y de la Villa de Agüimes, en la isla de Gran Canaria. Vaya también un reconocimiento especial a la labor de campo, infografía y tratamiento de mapas realizada por Don Leonardo Falcón Caballero durante el desarrollo de ambos proyectos.

Referencias

- [1] Sánchez Venegas, A; Jiménez Díaz, S; Capdevila Pagés, R; Cardona Gonyalons, J. Validación de Medidas Experimentales de Ruido de Aeronaves mediante el Programa INM. *TecniAcústica 2003*, Bilbao, 2003.
- [2] AENA; Isófonas del aeropuerto de Gran Canaria para la aplicación del plan de aislamiento acústico; Enero de 2007.
- [3] AENA; Mapas Estratégicos de Ruido de los Grandes Aeropuertos, Aeropuerto de Gran Canaria; Mayo de 2007.
- [4] Lladó, J.; Pelegrín, J.L. Ruido de Tráfico Aéreo. *Environmental Acoustics*, Zaragoza, Abril 1989, pp. 527-546.
- [5] ISO 1996-2 : 1987; Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Adquisition of data pertinent to land use.
- [6] UNE ISO 1996-1 : 2005; Acústica - Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental; Parte1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.