



## Influencia del "factor apreciación" sobre la molestia que produce el ruido de los aviones

**Autor:** César Asensio Rivera

**Institución:** Universidad Politécnica de Madrid

**Otros Autores:** Manuel Recuero López (Universidad Politécnica de Madrid);  
Ignacio Pavón García (Universidad Politécnica de Madrid)

## Resumen

A diferencia de otros contaminantes, muchos de los efectos que el ruido provoca sobre las personas tienen una clara componente subjetiva, más allá de los valores objetivos que describen el fenómeno físico. Es por esto, que la comunicación desempeña un papel especialmente importante en la gestión del ruido, siendo uno de los factores no-acústicos que, al poder ser modificado, podría contribuir a la reducción de los efectos del ruido aeroportuario (molestia, estrés, etc.).

Sobre esta base, pretendiendo complementar, que no sustituir, los enfoques tradicionales, focalizados en la reducción de los niveles sonoros (decibelios), el proyecto ARIANA plantea un nuevo enfoque transgresor e innovador orientado a reducir los efectos que produce el ruido 'ya existente' sobre las personas. Este nuevo enfoque se soporta sobre las siguientes hipótesis:

- La molestia producida por el ruido está influenciada por el grado de sensibilización de los afectados.
- Las estrategias de comunicación de datos de emisiones acústicas pueden modificar el grado de sensibilización de los afectados, y en consecuencia,
- Las estrategias de comunicación de datos de emisiones acústicas pueden reducir la percepción de molestia por parte de los afectados por ruido.

La finalidad de este proyecto es investigar el papel que pueden desempeñar las estrategias de sensibilización y de comunicación de las emisiones acústicas por parte de los gestores del ruido, ¿pueden contribuir activamente a mejorar la aceptación de las zonas de ocio, terrazas, aeropuertos..., y/o concienciar a las personas que generan el ruido o están encargadas de su gestión?

Los aeropuertos utilizan habitualmente monitores de ruido para medir las emisiones acústicas, y publican los datos obtenidos. Sin embargo, los afectados por el ruido en muchas ocasiones manifiestan desconfianza acerca de los valores publicados, o discrepancia con los indicadores utilizados, o, en la mayor parte de los casos, un desconocimiento real de la información suministrada, lo que permite cuestionar la eficacia de las estrategias de concienciación y comunicación en la mejora de las relaciones entre aeropuertos y ciudadanía. Este punto se aborda en la primera fase del proyecto, en la que se plantea acercar a la ciudadanía los indicadores que se emplean para la descripción de inspección del ruido, haciéndolos más didácticos, comprensibles, confiables y útiles, con el fin de que sean eficaces en la concienciación y sensibilización de los ciudadanos (aquellos que sufren el ruido, y aquellos que lo generamos).

**Palabras clave:** Ruido, aviación, ARIANA, factor apreciación

## EL PROBLEMA DEL RUIDO

El transporte aéreo desempeña una labor primordial para el desarrollo de una región, sin embargo, la contaminación acústica acaba limitando la capacidad operativa de los aeropuertos, debido a que el ruido origina múltiples efectos negativos en las comunidades que los rodean[1-6]:

- Salud de las personas: trastornos del sueño, molestia, stress, riesgos cardiovasculares, deterioro cognitivo, cansancio, irritabilidad...
- Reducción del rendimiento: aumento de accidentalidad en el puesto de trabajo, caída de los índices de aprovechamiento académico, o una pérdida de competitividad de las empresas.
- Costes económicos: costes sanitarios directos, absentismo laboral, inversión en planes de aislamiento acústico, reducción de la operatividad de las infraestructuras del transporte [7-11].

En los últimos años, se han desarrollado diversas iniciativas internacionales de lucha contra el ruido, bien reduciendo las emisiones acústicas que producen los aviones, bien buscando las maneras de mejorar las relaciones de este sector contaminante con la sociedad, especialmente en las zonas más cercanas a los aeropuertos. Muchas de estas iniciativas han sido apoyadas por diferentes programas marco de la Unión Europea, como es el caso de los proyectos ACARE, X3 NOISE, SEFA, COSMA MESSIAEN, VALIANT, o IMAGINE, entre otras.

## LA MOLESTIA

Mientras que las emisiones sonoras que provocan los aviones son hoy en día muy inferiores a las que se producían hace 15 años, los niveles de aceptación de dicho ruido siguen siendo muy bajos, afectando al bienestar de las personas, e imponiendo limitaciones al crecimiento de la capacidad operativa de los aviones[12,13]. Uno de los factores que determina en mayor medida el reducido nivel de aceptación es, sin duda alguna, la molestia que origina el ruido, por encima de los otros efectos.

La molestia es uno de los efectos del ruido que ha sido más ampliamente documentados, y sigue siendo uno de los temas candentes de investigación en relación con el transporte sostenible. En lo referente al transporte aéreo, la molestia sigue siendo el efecto de mayor relevancia social, y el contaminante más preocupante para los gestores aeroportuarios [14-24].

El estudio de la molestia se inició en la década de los 1970s, cuando se establece la relación entre molestia y decibelios (relación dosis-respuesta). Desde entonces, múltiples estudios han acreditado que la medida objetiva del ruido (decibelios) no es, por sí sola, un buen descriptor de la molestia (por ejemplo, frente a niveles de ruido similares, el tráfico aéreo resulta más molesto que el tráfico rodado o el ferroviario). A principios de los 2000s, el estudio de la molestia se centraba en re-evaluar la relación dosis-respuesta, en función de diversos factores de influencia que modifican la respuesta de la sociedad frente al ruido [23-31].

Actualmente, el sector aeronáutico ha entrado de lleno en la investigación de la molestia. La aceptación del ruido aeronáutico, las estrategias de concienciación y sensibilización social frente al ruido, y la reducción de la molestia han estado (y siguen estando) muy presentes en la estrategia de la Unión Europea por un transporte sostenible:

- El proyecto SEFA (Sound Engineering For Aircraft), financiado por la CE (2004-2007), inició un primer intento de abordar el problema mediante la reducción de las emisiones sonoras, pero también mejorando las características de las mismas.
- El proyecto COSMA (Community Oriented Solutions to Minimise Aircraft Noise Annoyance), financiado por la CE (2009-2013), toma el relevo, marcándose como objetivo un análisis pormenorizado de la molestia y sus causantes, de cara a dotar a los ingenieros acústicos que intervienen en el diseño de los aviones, de criterios más profundos que la mera reducción de los niveles sonoros. Este proyecto supone un gran cambio conceptual, ya que implica la búsqueda de aviones menos molestos y no necesariamente menos ruidosos [32,33]. En este proyecto han intervenido buena parte de las empresas aeronáuticas y centros de investigación de relevancia en el ámbito de la investigación del ruido aeronáutico a nivel europeo (Airbus, EADS, NLR, DLR, ISVR...). La molestia que originan siguen estando en el foco de la UE. La convocatoria del Programa de Transporte del FP7 Cooperation Work Programme en 2012, proponía: "Investigations for improved understanding of the effects of aircraft noise in the airport surrounding community ". El Horizonte 2020 mantiene la preocupación de la UE por la reducción de los efectos del ruido sobre la población, y se impone el objetivo de reducir la percepción de ruido para 2050 en un 65%, desarrollar indicadores ad-hoc, y/o una mejor integración de la infraestructura en su entorno, con una reducción de la intrusión sonora.

## LOS FACTORES NO ACÚSTICOS

Pero, ¿es la intensidad de un sonido el único factor que determina la molestia producida? En los últimos años ha emergido con fuerza una línea de investigación orientada a la determinación y análisis de los factores no-acústicos que afectan a la molestia que produce el ruido aeronáutico. Diversos estudios ya demostraron hace una década que determinadas variables demográficas (como el género, la edad o el tipo de fuente que genera el ruido), así como otras variables como la sensibilidad de las personas al ruido, el temor hacia el elemento que origina el ruido (por ejemplo, temor a que un avión caiga sobre zonas pobladas) pueden incrementar la reacción de las personas y la molestia originada [24,26,34].

En 2007, Vader [21] enumeró 31 factores no acústicos que afectan a la molestia. Estos factores se ordenan en función de su grado de influencia, y se clasifican separando aquellos que pueden ser modificados por la autoridades aeroportuarias y los que no. El estudio pretendía mejorar el grado de conocimiento de la molestia, y aportar herramientas que los gestores aeroportuarios pudieran emplear para mejorar la aceptación del aeropuerto y del ruido aeroportuario, mediante la reducción de la molestia. Varios de estos factores que se enumeran y clasifican como modificables están ligados conceptualmente con el fondo del proyecto que se presenta en esta comunicación (ARIANA: AwaReness Influence on Aircraft Noise Annoyance): actitud frente a la fuente de ruido, percepción de la preocupación de las autoridades, capacidad de influencia en las decisiones, confianza, previsión, acceso a la información, previsibilidad de la fuente. Actualmente el estudio de los factores no-acústicos que influyen en la percepción del ruido se ha convertido en una línea prioritaria en buena parte de los grupos de investigación y agencias internacionales relacionadas con el transporte aéreo [35-37]. Por ejemplo, expertos de todo el mundo forman parte del Grupo de Trabajo ANNA (Aircraft

Noise Non Acoustics [38]) con el objetivo de intercambiar experiencias, y de mantener debate relacionado con los efectos no-auditivos del ruido de aviones.

En el congreso internacional Internoise celebrado en 2013 en Innsbruck, se ponía de manifiesto la importancia de la temática del ruido de aviones, y la gestión del ruido aeroportuario, especialmente en relación con el estudio de la molestia y los factores no-acústicos que afectan a la percepción del ruido[37,39].

En los últimos años, también en Estados Unidos tiende a enfocarse el problema desde un punto de vista íntimamente ligado con la percepción de molestia y la existencia de factores no-acústicos. La FAA (Federal Aviation Administration) celebró tres talleres entre 2009 y 2010 orientados a la molestia y los trastornos del sueño, identificando vacíos en el conocimiento actual y lanzando cinco grandes proyectos para el estudio de la molestia, y, hasta cierto punto, la propuesta ARIANA se focaliza transversalmente en tres de ellos: "A2. Conduct of New Surveys in U.S.", "A4. Develop Standardized Noise Complaint handling system", "A5. Test methods for Communicating about Aircraft Noise with the public".

En distintos foros científicos, se trabaja sobre la idea de que cada vez queda menor margen para la reducción del ruido que producen los aviones, especialmente comparado con las fuertes reducciones ya conseguidas, y es por este motivo que el análisis de los factores que determinan la molestia adquiere un mayor peso. Por una parte, las necesidades de transporte aéreo de nuestra sociedad son cada vez más pronunciadas, pero dicho crecimiento debe producirse dentro de unos márgenes que garanticen la sostenibilidad, mediante el desarrollo de aeropuertos verdes, respetuosos con el medio ambiente y con la salud de las personas que residen en las comunidades limítrofes.

En general, la ciudadanía no desea la eliminación de un bien tan preciado como el transporte aéreo, sin embargo, sí demanda que los inconvenientes asociados sean reducidos a su mínima expresión. Se trata de gestionar el ruido aeroportuario, no de eliminar los aeropuertos. En este sentido, el CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection) de la International Civil Aviation Organization (ICAO), ha incluido recientemente dos nuevos temas "Noise Annoyance" y "Airport Community Acceptance", poniendo de manifiesto el interés internacional en la materia.

El desarrollo económico y socialmente responsable de los aeropuertos se ve restringido por la falta de conocimiento en relación a la manera en que deben gestionarse las expectativas de la ciudadanía.

## **EL PROYECTO ARIANA**

A la vista de los antecedentes expuestos, surge el proyecto ARIANA en el seno del Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (I2A2), perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) en la Universidad Politécnica de Madrid. El proyecto se centra en el estudio de la molestia que produce el ruido de aviación sobre la población y la vinculación existente con las estrategias de comunicación en materia medioambiental por parte de la industria aeronáutica y los gestores aeroportuarios (factor apreciación).

Aunque, evidentemente, la reducción de los niveles sonoros (reducir la exposición al ruido) siempre será un objetivo irrenunciable, el proyecto ARIANA pretende poner el foco en un punto alternativo y muy concreto de la problemática, planteando las siguientes hipótesis:

La molestia producida por el ruido está influenciada por el grado de sensibilización de los afectados.

Las estrategias de comunicación de datos de emisiones acústicas pueden modificar el grado de sensibilización de los afectados, y en consecuencia,

Las estrategias de comunicación de datos de emisiones acústicas pueden reducir la percepción de molestia por parte de los afectados por ruido..

Los aeropuertos utilizan habitualmente monitores de ruido para medir las emisiones acústicas, y publican los datos obtenidos. Sin embargo, los afectados por el ruido, en muchas ocasiones, manifiestan desconfianza acerca de los valores publicados, o discrepancia con los indicadores utilizados, o, en la mayor parte de los casos, un desconocimiento real de la información suministrada, lo que permite cuestionar la eficacia de las estrategias de concienciación y comunicación en la mejora de las relaciones entre aeropuertos y ciudadanía.

El objetivo principal de ARIANA es establecer un nuevo enfoque en la gestión del ruido, que tenga en consideración al ciudadano afectado, y permita la interacción entre las diferentes partes involucradas. Para ello, se pretende determinar el papel que desempeñan las estrategias de comunicación y la influencia que tienen sobre la percepción subjetiva del ruido. De resultar afirmativas las hipótesis planteadas, se determinará la manera adecuada de aprovechar dicho conocimiento de manera que su implementación redunde en un beneficio a largo plazo para los afectados.

En consecuencia, alejándose de los enfoques tradicionales, que focalizan los esfuerzos en la reducción de los niveles sonoros (menos decibelios), el proyecto ARIANA plantea un nuevo enfoque transgresor, innovador e inclusivo, orientado a “tratar la enfermedad y no los síntomas”, esto es, reducir los efectos que produce el ruido sobre las personas, y no necesariamente los decibelios. El objetivo de ARIANA es investigar el papel que pueden desempeñar las estrategias de sensibilización y de comunicación por parte de los gestores del ruido aeroportuario. Determinar si dichas estrategias tienen una influencia real sobre la percepción subjetiva del ruido, y son capaces de modificar aspectos tales como la molestia. En tal caso, el proyecto pretende cuantificar dicha influencia, y determinar cual es la manera adecuada de aprovechar dicho conocimiento para que su implementación, por parte de la industria aeronáutica y los gestores aeroportuarios, redunde en beneficio a largo plazo por parte de los ciudadanos afectados. El proyecto tiene como misión responder a estas preguntas: ¿cómo afecta la comunicación en materia de ruido sobre la percepción de molestia? ¿Puede contribuir activamente a mejorar la aceptación de los aeropuertos? ¿Cómo podemos hacer estas estrategias más eficaces?

Se trata de un proyecto multidisciplinar que aborda la problemática desde el punto de vista de la ingeniería, pero que incluye en su alcance los aspectos psicológicos y sociológicos del ruido. Este novedoso enfoque abordará explícitamente la interacción con la ciudadanía y su inclusión en la gestión del ruido, y permitirá aminorar los efectos nocivos que el ruido plantea. Además, debe tenerse en cuenta que este enfoque ARIANA no pretende reemplazar, sino complementar los enfoques clásicos, orientadas al diseño de maquinaria más silenciosa, construcción de pantallas acústicas, aislamiento de ventanas...

La primera fase en este ambicioso proyecto se centra en los índices e indicadores que se emplean para comunicar a la ciudadanía los datos del ruido. El subproyecto “ARIANA.0 Influencia de la comunicación en la lucha contra el ruido” se plantea como objetivo



fundamental acercar a la ciudadanía los indicadores que se emplean para la descripción de inspección del ruido, haciéndolos más comprensibles, útiles y confiables. No se pretende con ello desarrollar nuevos indicadores que permitan describir de manera objetiva las características físicas del ruido, ni se pretende establecer relaciones entre dichos indicadores y los efectos que el ruido provoca a las personas, sino que se pretende adaptarlos y optimizar su reporte, con el fin de que sean útiles para la concienciación y sensibilización de los ciudadanos (aquellos que sufren el ruido, y aquellos que lo generamos), especialmente, de cara a la reducción de la molestia.

Se ha constatado que, si bien la palabra decibelio está bastante extendida, los indicadores asociados a la medida de ruido son demasiado difíciles de comprender, incluso en el entorno académico y profesional, lo que lleva a malos entendidos o interpretaciones incorrectas, que contribuyen a crear una confusión, desconfianza y malestar, y por tanto alejan los objetivos de comunicación de los que se les pretende dotar.

Los ciudadanos deben entender la información que se les desea transmitir si se pretende que dicha información pueda influenciar su comportamiento menos ruidoso, o mejore su nivel de tolerancia frente al ruido. En la búsqueda de este objetivo, es necesario conocer cuales son los descriptores e indicadores de ruido que se entienden mejor, e investigar cual es la manera en que pueden ser reportados para optimizar su capacidad de comunicación, y con ello su rendimiento.

Para la consecución de estos objetivos se pretende perfilar un experimento psicoacústico con el que los participantes evaluarán diferentes sonidos en escenarios diseñados explícitamente para obtener información relativa a su comprensión de los indicadores acústicos. Las encuestas incluirán también preguntas orientadas a describir las variables socio-económicas de los participantes, y su grado de sensibilización previo en materia de ruido.

Los estudios psicoacústicos se realizarán tras un llamamiento en búsqueda de voluntarios, y se ejecutarán con plenas garantías de anonimato de los participantes, con su consentimiento, y garantizando el riguroso cumplimiento de los requisitos que las cuestiones éticas imponen a la realización de este tipo de estudios.

### **¿Por qué es necesario ARIANA?**

En el año 2002, la Directiva 49 del Ruido sentó las bases para la gestión del ruido ambiental en la Comunidad Europea. Tenía por objetivo, a largo plazo, la reducción de los niveles de ruido y de su afección para la ciudadanía. El pilar fundamental sobre el que se apoyaba son los Mapas Estratégicos de Ruido (MER), que son una herramienta fundamental para la diagnosis y la comunicación en materia de contaminación acústica. Los MER permiten describir de forma muy adecuada la contaminación acústica, en el largo plazo, y son una herramienta fundamental para la gestión del ruido por parte de las administraciones y los gestores de infraestructuras del transporte. Sin embargo, hoy por hoy, los MER siguen estando bastante alejados de la ciudadanía, ya que no han conseguido cumplir con las expectativas en lo referente a los requisitos de comunicación. Adicionalmente, gestores como Aena han implementado sistemas de monitorado de ruido, que persiguen, por una parte efectuar un control riguroso de los niveles sonoros existentes en diferentes zonas, y por otra, comunicar al ciudadano los valores de contaminación acústica existentes. Relacionado con este último punto, se plantea el problema de que la información que reportan dichos monitores requiere un elevado grado

de conocimientos técnicos: decibelios, nivel sonoro máximo, nivel equivalente, nivel de exposición sonora, nivel día, nivel día-tarde-noche, etc, y por lo tanto, el mensaje de estas comunicaciones no llega de forma adecuada al ciudadano.

Debe tenerse en cuenta que, a diferencia de otros contaminantes, muchos de los efectos que el ruido provoca sobre las personas tienen una clara componente subjetiva, más allá de los valores objetivos que describen el fenómeno físico. Es por esto, que la comunicación desempeña un papel especialmente importante en la gestión del ruido, siendo uno de los factores no-acústicos que, al poder ser modificado, podría ejercer un efecto positivo en la reducción de los efectos del ruido comunitario (molestia, estrés, etc.). Este enfoque permitirá complementar y potenciar la efectividad de las políticas tradicionales de control de ruido, y puede ser aplicado a la gestión del ruido, cualquiera que sea su origen. Sin embargo, se considera que, a priori, debe tener su máximo exponente en lo que se refiere al ruido aeroportuario, por ser un ámbito especialmente sensible, en los que los esfuerzos de la industria aeronáutica y de las administraciones en la reducción de los niveles sonoros, son sobradamente compensados con el incremento derivado de la demanda de servicio por parte de la sociedad.

El grado de complejidad que tiene el uso de diferentes descriptores del ruido, y el hecho de que todos ellos se expresen en las mismas unidades (decibelios), contribuyen a crear una confusión al respecto, que se hace claramente patente en prensa, en resoluciones judiciales, en redacción de normativas municipales, e incluso en el ámbito académico, cuando en todos estos ámbitos se presupone un cierto interés, formación y asesoramiento técnico, ya que es necesario para el desempeño de su labor. ¿Qué parte de la información transmitida llegará realmente al ciudadano de a pie?

El proyecto ARIANA.0 pretende investigar estos aspectos, y aportar soluciones que permitan mejorar la eficacia didáctica y comunicativa en los sistemas de reporte de datos de contaminación acústica.



## Referencias

- [1] WHO, Guidelines for community noise, (1999).
- [2] E. van Kempen, I. van Kamp, R. Stellato, C. Clark, Effects of aircraft noise on children's health: the role of annoyance, *Acta Acustica United With Acustica*. 92 (2006) S49-S49.
- [3] V. Mestre, ACRP synthesis 9. Effects of Aircraft Noise: Research Update on Selected Topics, (2008).
- [4] C. Eriksson, G. Bluhm, A. Hilding, C. Östenson, G. Pershagen, Aircraft noise and incidence of hypertension—Gender specific effects, *Environ. Res.* 110 (2010) 764-772.
- [5] H. Swift, A Review of the Literature Related to Potential Health Effects of Aircraft Noise, (2010).
- [6] I. Alimohammadi, S. Sandrock, M.R. Gohari, The effects of low frequency noise on mental performance and annoyance, *Environ. Monit. Assess.* (2013) 1-9.
- [7] J.C. Blanco, I.H. Flindell, Property values in high density urban environments, *Institute of Acoustics - Spring Conference Futures in Acoustics 2006: Today's Research - Tomorrow's Careers*. 1 (2006) 327-333.
- [8] I. Flindell, P. Le Masurier, What is the social cost of aircraft noise? 8th European Conference on Noise Control 2009, *EURONOISE 2009 - Proceedings of the Institute of Acoustics*. 31 (2009).
- [9] J.C.B. Matos, I. Flindell, P. Le Masurier, C. Pownall, A comparison of hedonic price and stated preference methods to derive monetary values for aircraft noise disturbance and annoyance, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 20 (2013) 40-47.
- [10] S. Boes, S. Nüesch, Quasi-experimental evidence on the effect of aircraft noise on apartment rents, *J. Urban Econ.* 69 (2011) 196-204.
- [11] P. Suau-Sanchez, M. Pallares-Barbera, V. Paül, Incorporating annoyance in airport environmental policy: noise, societal response and community participation, *J. Transp. Geogr.* 19 (2011) 275-284.
- [12] W. Babisch, D. Houthuijs, G. Pershagen, E. Cadum, K. Katsouyanni, M. Velonakis, M. Dudley, H. Marohn, W. Swart, O. Breugelmans, G. Bluhm, J. Selander, F. Vigna-Taglianti, S. Pisani, A. Haralabidis, K. Dimakopoulou, I. Zachos, L. Järup, Annoyance due to aircraft noise has increased over the years—Results of the HYENA study, *Environ. Int.* 35 (2009) 1169-1176.
- [13] P. Brooker, Do people react more strongly to aircraft noise today than in the past? *Appl. Acoust.* 70 (2009) 747-752.
- [14] S.A. Janssen, H. Vos, E.E.M.M. van Kempen, O.R.P. Breugelmans, H.M.E. Miedema, Trends in aircraft noise annoyance: The role of study and sample characteristics, *J. Acoust. Soc. Am.* 129 (2011) 1953-1962.
- [15] S. Fidell, V. Mestre, P. Schomer, B. Berry, T. Gjestland, M. Vallet, T. Reid, A first-principles model for estimating the prevalence of annoyance with aircraft noise exposure, *J. Acoust. Soc. Am.* 130 (2011) 791-806.
- [16] S. Fidell, V. Mestre, P. Schomer, B. Berry, T. Gjestland, M. Vallet, T. Reid, A first-principles model for estimating the prevalence of annoyance with aircraft noise exposure, *J. Acoust. Soc. Am.* 130 (2011) 791-806.
- [17] M. Kroesen, E.J.E. Molin, H.M.E. Miedema, H. Vos, S.A. Janssen, B. van Wee, Estimation of the effects of aircraft noise on residential satisfaction, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 15 (2010) 144-153.

- [18] J. Champkin, M. Roberts, I. Flindell, P. Lemasurier, S. Senn, ANASE: Measuring aircraft noise annoyance, *Significance*. 5 (2008) 92.
- [19] P. Brooker, Finding a good aircraft noise annoyance curve, *Acoustics Bulletin*. 33 (2008) 36-40.
- [20] C. Lim, J. Kim, J. Hong, S. Lee, Effect of background noise levels on community annoyance from aircraft noise, *J. Acoust. Soc. Am.* 123 (2008) 766-771.
- [21] R. Vader, D/R&D 07/026 Noise Annoyance Mitigation at Airports by Non-Acoustic Measures, (2007).
- [22] C. Lim, J. Kim, J. Hong, S. Lee, S. Lee, The relationship between civil aircraft noise and community annoyance in Korea, *J. Sound Vibrat.* 299 (2007) 575-586.
- [23] K. Hume, C. Gregg, C. Thomas, D. Terranova, Complaints caused by aircraft operations: an assessment of annoyance by noise level and time of day, *Journal of Air Transport Management*. 9 (2003) 153-160.
- [24] H.M.E. Miedema, H. Vos, Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise, *J. Acoust. Soc. Am.* 105 (1999) 3336-3344.
- [25] R.F.S. Job, J. Hatfield, N.L. Carter, P. Peploe, R. Taylor, S. Morrell, General scales of community reaction to noise (dissatisfaction and perceived affectedness) are more reliable than scales of annoyance, *J. Acoust. Soc. Am.* 110 (2001) 939-946.
- [26] S. Fidell, M. Sneddon, K. Pearsons, R. Howe, Insufficiency of an environmental sound's power spectrum as a predictor of its annoyance, *Noise Control Eng. J.* 50 (2002) 12-18.
- [27] G. Bluhm, E. Nordling, N. Berglind, Road traffic noise and annoyance--an increasing environmental health problem. *Noise & health*. 6 (2004) 43-9.
- [28] L.S. Finegold, Recommendations for future community annoyance research, 8th International Congress on Acoustics. (2004) 5 pp.-5 pp.
- [29] D.S. Michaud, S.E. Keith, D. McMurchy, Noise annoyance in Canada. *Noise & health*. 7 (2005) 39-47.
- [30] H.M.E. Miedema, H. Vos, Exposure-response relationships for transportation noise, *J. Acoust. Soc. Am.* 104 (1998) 3432-3445.
- [31] M. Kroesen, E.J.E. Molin, H.M.E. Miedema, H. Vos, S.A. Janssen, B. van Wee, Estimation of the effects of aircraft noise on residential satisfaction, *Transportation Research Part D-Transport and Environment*. 15 (2010) 144-153.
- [32] M. Bauer, D. Collin, U. Iemma, K. Janssens, F. Márki, U. Müller, COSMA - An overview of latest achievements on the minimization of Aircraft Noise Annoyance, *Proceedings - European Conference on Noise Control*. (2012) 454-459.
- [33] Cosma partnership, Cosma - 7th framework EU project - Web page, (2013).
- [34] S. Fidell, L. Silvati, E. Haboly, Social survey of community response to a step change in aircraft noise exposure, *J. Acoust. Soc. Am.* 111 (2002) 200-209.
- [35] P. Le masurier, J. Bates, J. Taylor, I. Flindell, D. Humpheson, C. Pownall, A. Woolley, *Attitudes to Noise from Aviation Sources in England (ANASE)*, (2007).
- [36] I. Gamah, I. Flindell, Ignorability and tonal content in aircraft sound, *Acoustics Bulletin*. 32 (2007) 24-27.
- [37] B. Griefahn, K. Bolin, I. Flindell, J. Lambert, C. Lavandier, F. Marki, U. Müller, Moderators that influence annoyance of residents near 6 European airports, (2013).
- [38] Obsa, ANNA web page, (2013).
- [39] P. Hooper, I. Flindell, Exchanging aircraft noise information with local communities around airports:'the devil is in the detail!' (2013).