

## 6.2. Respuesta subjetiva de molestia al ruido de tráfico<sup>1</sup>

Isabel López Barrio, Karmele Herranz y José Pons  
Dto. Acústica Ambiental. Instituto de Acústica. CSIC.

Se ha realizado una investigación con el objeto de valorar las respuestas subjetivas de molestia asociada tanto al ruido del exterior a la vivienda (tráfico) como interior (vecinos). Los resultados que se presentan en este trabajo corresponden a la primera parte de la investigación, cuyo principal objetivo fue la relación entre niveles de ruido de tráfico y respuestas de molestia, así como la determinación de otros posibles predictores no acústicos que pudieran influir en dichas respuestas. Los resultados han puesto de manifiesto que los niveles de ruido solamente explican el 9,32 % de la varianza de las respuestas subjetivas de molestia. Un análisis de regresión ha mostrado, que del conjunto de predictores no acústicos que fueron relacionados con las respuestas de molestia los más significativos han sido las interferencias sufridas por el ruido, las fuentes de ruido de tráfico, la percepción de ruido, la sensibilidad, la satisfacción residencial. La molestia se incrementa en función de las interferencias sufridas, las fuentes de ruido de tráfico, la percepción del ruido y la sensibilidad, y decrece con el nivel de satisfacción residencial.

### Introducción

El desarrollo tecnológico ha afectado de forma negativa a la calidad del medio ambiente, en el que se desarrolla la vida del hombre.

Entre los diversos contaminantes ambientales el ruido es uno de los más comunes e importantes y que afecta a mayor número de población, lo que ha originado que numerosas investigaciones se han desarrollado en los últimos años con el fin de valorar los efectos derivados de la exposición a dicho contaminante (Kryler 1970, Bullen y otros 1985). Entre las diferentes investigaciones algunos estudios (Schultz, 1978; Langdon y Griffiths, 1982; Job, 1987) han centrado sus objetivos en la valoración de los efectos del ruido de tráfico en áreas residenciales, por ser probablemente una de las fuentes más importantes de molestia e insatisfacción.

Los resultados de esta investigación ponen de manifiesto que la correlación entre niveles de exposición al ruido y las respuestas individuales de molestia son relativamente bajas ( $r < 0,30$ ), lo que indica que únicamente un pequeño porcentaje de la varianza (9 %-17 %) de las respuestas se debe al nivel de ruido.

Esta gran variabilidad en las respuestas de molestia frente al ruido, que viene demostrada por las bajas correlaciones observadas en las diferentes investigaciones realizadas, han sido explicadas principalmente desde dos puntos de vista:

- Potenciales errores en la valoración de los niveles de exposición al ruido de los sujetos (Schultz, 1978; Bullen y Hede, 1983).

Los niveles de ruido medidos en el exterior de la casa pueden variar ampliamente para los diferentes residentes dentro de un mismo bloque de pisos, en función de:

- orientación de la casa;
- altura del piso;
- aislamiento acústico (paredes y dobles ventanas).

<sup>1</sup>Este trabajo forma parte de un programa de investigación financiado por la CICYT (n.º SEUI PB0215).

Para un mismo nivel de ruido exterior, las diferencias en función de estos parámetros pueden variar entre 20 y 30 dB(A), y fluctúan con el tiempo: ventanas abiertas o cerradas (Schultz, 1978).

- Influencia de otras posibles variables no acústicas que pudieran estar modulando la reacción de molestia al ruido. Entre las posibles variables, las más comúnmente identificadas han sido: satisfacción residencial (Borsky, 1983; Langdon, 1976; Brian y otros, 1981); sensibilidad (De-lauzun y Griffiths, 1978; Job, 1987); adaptación (Weinstein, 1980, Borsky, 1983); status socioeconómico (Borsky, 1983); tipo de casa (Bradley y Jonah, 1979); sexo (Grandjean y otros, 1973); edad (Lambert y otros, 1984); estado civil (Fields y Walker, 1982); actitudes hacia la fuente de ruido (Mckennell, 1978).

De las diferentes variables mencionadas, la satisfacción residencial y la sensibilidad individual al ruido son las que generalmente explican un mayor porcentaje de la varianza de las respuestas al ruido. Los sujetos que muestran mayor insatisfacción con su entorno (falta de jardines, niños ruidosos, etc.) presentan mayores índices de molestia frente al ruido. Algunos investigadores (Weinstein, 1980) concluyen que la variable satisfacción explica el 32 % de la variabilidad de las reacciones de molestia frente a las fuentes de ruido.

Por lo que se refiere a la sensibilidad, la correlación media entre esta variable y la reacción de molestia encontrada en diferentes estudios es de 0,30, obteniéndose en algunos estudios (Schuemer y Schuemer Kors, 1983) correlaciones de 0,65. Los sujetos más sensibles manifiestan mayores índices de molestia ante cualquier ambiente de ruido, lo que puede incluso denotarse a nivel fisiológico y conductual.

Aunque estas variables (satisfacción y sensibilidad) pueden jugar un papel importante en relación con la molestia, no son totalmente determinantes de dichas reacciones frente al ruido, por lo que cabe la posibilidad de que otras variables moduladoras, todavía no identificadas puedan estar influyendo en esta reacción (Job, 1987).

Partiendo de esos planteamientos podría argumentarse la necesidad de continuar en esta línea de investigación, lo que permitiría una mejor aproximación a la explicación de la relación entre las reacciones de molestia y ruido, a fin de determinar límites admisibles de ruido en las comunidades.

Por otro lado, las conclusiones de estos trabajos pueden aportar datos a los planificadores y urbanistas, los cuales deben tener en cuenta que la planificación urbana respecto al ruido debe contemplar otros aspectos del ambiente que puedan influir en la molestia.

No abundan en España estudios empíricos realizados en este campo. Las diferencias culturales, sociológicas y psicológicas entre poblaciones de diferentes países impiden o dificultan la extrapolación de los resultados obtenidos, por lo que se impone la necesidad de realizar nuestras propias investigaciones.

## 2. Objetivo

Con este trabajo se intenta determinar la relación existente entre niveles de exposición al ruido de tráfico y respuestas subjetivas de molestia, así como identificar aquellos predictores no acústicos de carácter subjetivo que pudieran influir en dichas respuestas.

### 3. Marcos ambientales

Se seleccionaron dos áreas residenciales (Colonia Virgen del Pilar y Colonia del Manzanares) formadas por viviendas adjudicadas por Organismos Públicos y que actualmente pertenecen al Instituto de la Vivienda de Madrid (IVMA).

Las áreas residenciales estudiadas son similares con respecto al tipo de diseño. En ambas se encontraban zonas ajardinadas (bajo y medio nivel de ruido) situadas en el interior de la colonia y calles de elevado nivel de ruido (cuya fuente principal es el tráfico) en las calles que delimitan dichas áreas residenciales. Así, en un mismo marco ambiental se da un amplio espectro de niveles de ruido que van desde 50 dB(A) (Leq) hasta 80 dB(A) (Leq).

Por otra parte, las dos áreas tenían características similares en cuanto a infraestructura del barrio y calidad de construcción de la vivienda, lo que permitió homogeneizar el rango de clase social en el total de la muestra, eliminando las diferencias que pudieran introducir dichas variables.

### 4. Método

#### 4.1. Muestra

El hecho de que ambas áreas residenciales fueran similares en los aspectos más relevantes del contexto social y físico permitió que fueran analizadas como una muestra única.

El total de sujetos entrevistados fue de 800 (40 % varones y 60 % mujeres), con un status socioeconómico medio, de los cuales 213 pertenecían a la Colonia "Virgen del Pilar" y 587 a la Colonia del "Manzanares".

La media de edad de los sujetos fue de 47 años, con un tiempo de residencia medio en el barrio de 25 años y de 23 años en la casa.

El criterio adoptado para la selección de la muestra fue la altura de la vivienda, siendo entrevistados únicamente aquellos residentes que habitaban en los cuatro primeros pisos.

El trabajo de campo se realizó durante los meses de junio y julio de 1989, siguiendo un sistema de rutas que permitía obtener una muestra aleatoria. Los sujetos entrevistados fueron contactados previamente mediante una carta en la cual se hacía referencia al estudio, presentándolo como una investigación acerca de la calidad residencial y características ambientales del barrio, con el fin de enmascarar el verdadero objetivo del estudio.

#### 4.2. Instrumento

El instrumento utilizado para la recogida de los datos analizados en este trabajo fue un cuestionario elaborado según los modelos diseñados por otros investigadores (Langdon, 1976; Aubree y Vian, 1983, Aragonés y Amerigo, 1989).

El cuestionario consta de 102 ítems, que pretenden medir tanto la percepción que el sujeto realiza del ruido exterior (barrio) como del interior a la vivienda (vecinos).

Los diferentes ítems planteados cubrían los siguientes aspectos:

- 1) Satisfacción con los diferentes aspectos del barrio y de la casa.
- 2) Actividades perturbadas por el ruido (exterior e interior de la vivienda).

- 3) Fuentes de ruido molestas (exteriores e interiores a la vivienda).
- 4) Percepción de ruido (barrio y vecinos).
- 5) Molestia producida por el ruido (barrio y vecinos).
- 6) Adaptación al ruido.
- 7) Sensibilidad al ruido.
- 8) Apego.
- 9) Creencias acerca del ruido.
- 10) Características sociodemográficas (edad, sexo, tiempo de residencia en casa y barrio).

Los diferentes ítems que medían los aspectos mencionados en los ítems 1 al 5 fueron analizados según una escala de carácter cuantitativo y de cuatro puntos que se corresponden con las valoraciones: Mucho, Bastante, Algo y Nada.

Las características personales de adaptación, sensibilidad, creencia y apego (puntos del 6 al 10) fueron medidas en una escala dicotómica.

La aplicación del cuestionario duraba aproximadamente 35 minutos realizada por entrevistadores entrenados.

#### 4.3. Análisis físico del ruido

Se tomaron medidas representativas de los niveles de ruido en diferentes puntos de los entornos residenciales estudiados, algunas de las cuales correspondían con los puntos analizados dentro del "Mapa Acústico" de Madrid (Salvador Santiago y José Pons, 1989), completándose con nuevos puntos en puntos significativos, a fin de tener una información más exhaustiva de los niveles de ruido del barrio.

El método de medida y el análisis es el correspondiente al utilizado en la realización del "Mapa Acústico" de Madrid (Instituto de Acústica - CSIC).

El ruido ambiental fue grabado en cinta magnética con un criterio estético basado en un muestreo en el tiempo de cinco minutos cada media hora. Las medidas se realizaron durante ocho horas diarias en periodo diurno.

Los registros de ruido se obtuvieron colocando los micrófonos a una altura de 1,20 m del suelo y a una distancia de 1 m de la calzada.

El análisis y procesamiento de las grabaciones del ruido se realizó con el analizador estadístico Bruel & Kjaer (modelo 4426), obteniéndose el nivel de ruido continuo equivalente (LEQ) en dB(A), parámetro físico utilizado para su posterior correlación con las medidas subjetivas.

## 5. Resultados

El análisis de correlación entre el nivel de ruido y la respuesta de molestia es de  $r = 0,305$  explicando un 9,32 % de la variabilidad de dichas respuestas. A través de un análisis de  $\chi^2$  se observó que a mayor nivel de ruido se incrementaba el número de sujetos que expresaban un mayor grado de molestia ( $P < 0,001$ ), como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de sujetos según el grado de molestia en función de diferentes niveles de exposición al ruido.

Nivel de ruido	Grado de molestia			
	Nada	Algo	Bastante	Mucho
Bajo	37,3	33,5	17,4	16,2
Medio	38,2	25,4	22,9	11,4
Alto	24,5	41,0	59,7	72,4

No se ha podido comprobar una dependencia lineal entre las dos variables en todo su rango de variación; sin embargo, cuando las respuestas se agrupan según los diferentes niveles de exposición, la correlación entre el porcentaje de sujetos altamente molestos y ruido se incrementa fuertemente ( $r = 0,853$ ), prediciendo esta última el 73,72 % de la varianza de la molestia (figura 1).

Debido al bajo porcentaje de la varianza en molestia explicado por el nivel de ruido, se intentó determinar qué variables no acústicas incluidas en el cuestionario podían predecir la molestia de los sujetos al ambiente de ruido.

Ante la complejidad de los análisis que resultaría al considerar independientemente cada una de las variables incluidas en el cuestionario, se utilizó la metodología del análisis factorial con el fin de extraer los factores que mejor explican la molestia provocada por el ruido.

Se realizó un análisis factorial PFA sobre un total de 44 variables, de las 102 que componían el cuestionario, todas ellas relacionadas con la percepción del barrio.

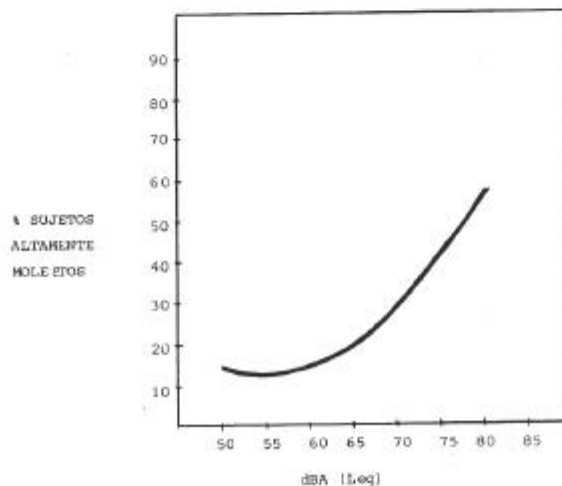


Figure 1. Porcentaje de sujetos altamente molestos en función del nivel de ruido de tráfico.

De este análisis se obtuvieron 6 factores que explican el 82,95 % de la varianza. En la tabla 2, que aparece a continuación, se muestran las variables que contribuyen a cada factor con sus pesos correspondientes, así como la varianza explicada por cada uno de ellos.

Tabla 2. Relación de factores principales.

Items	Factores					
	I	II	III	IV	V	VI
Conversa con alguien	,851					
Lee y estudia	,802					
Habla por teléfono	,801					
Ve la televisión	,794					
Escucha la radio, oye música	,763					
Desarrolla tareas del Hogar	,651					
Duerme	,586					
Satisfacción de conjunto		,828				
Satisfacción con los vecinos		,747				
Satisfacción con la casa		,705				
Satisfacción con el barrio		,629				
Satisfacción indirecta con el barrio		,430				
Tráfico en general			,764			
Autobuses y camiones			,716			
Bocinas y sirenas			,618			
Satisfacción con el nivel de ruido del barrio			-,617			
Motos y moblites			,603			
Satisfacción con aislamiento acústico			-,421			
Antigüedad en el barrio				,877		
Antigüedad en la casa				,836		
Edad				,615		
Servicios de limpieza de las calles					,601	
Parques y jardines					,600	
Contaminación y olores					,449	
Bares y discotecas						,484
Tiendas y mercados						,466
Talleres y fábricas						,573
	,3580	,5472	,6446	,7147	,7747	,8295

Se asocian los siguientes conceptos a cada uno de los factores:

- I. Interferencias provocadas por el ruido;
- II. Satisfacción residencial;
- III. Fuentes de ruido (tráfico);
- IV. Tiempo de permanencia (antigüedad);
- V. Medio ambiente del barrio;
- VI. Fuentes de ruido (Servicios y pequeña industria).

Una vez definidos los factores, se realizó un análisis de regresión paso a paso, tomando como variable dependiente la respuesta subjetiva de molestia (ruido del barrio) y como variables independientes los factores extraídos del cuestionario, así como las variables personales: sensibilidad, apego, creencias (adaptación, salud, ...), con el fin de conocer las variables predictoras de la molestia.

Tabla 3. Resultados del análisis de regresión incluyendo las puntuaciones de los factores y variables personales.

	Coef. Regr. Estandar	R <sup>2</sup>	P
Factor I	,583	,5075	0,001
Factor III	,322	,6792	0,001
Percepción de ruido	,165	,6969	0,001
Sensibilidad	-,120	,7101	0,001
Factor II	-,073	,7155	0,001
Factor VI	,053	,7182	0,001

Los resultados obtenidos en este análisis, que aparecen en la tabla 3, muestran que los factores y variables incluidos explican el 71,82 % de la varianza en molestia.

El factor que predice mayor porcentaje de esta variabilidad es el factor I, "Interferencias provocadas por el ruido", que explica el 50,75 % de la varianza. De este resultado se deduce que la molestia está estrechamente vinculada con las interferencias sufridas por los sujetos, en las diferentes actividades interferidas, son las relacionadas con la percepción de la palabra directa (conversación) o indirecta (radio y televisión) y aquellas que requieren mayor grado de atención y concentración (leer y estudiar) las que provocan mayores índices de molestia. Este resultado coincide con las hipótesis de Job (1987) acerca de las interferencias como una importante variable moduladora en las reacciones de molestia.

El segundo factor en importancia es el factor III, "Fuentes de ruido (tráfico)", lo que indica que, del conjunto de fuentes de ruido que configuran el ambiente de ruido del barrio, es el tráfico la valorada como más molesta. A su vez estas fuentes de ruido, relacionadas con el tráfico en general (autobuses, camiones, sirenas y bocinas), correlacionan negativamente con la satisfacción de los sujetos con el ambiente de ruido del barrio.

La variable "Percepción de ruido" aporta aproximadamente un 2 % a la explicación de la molestia. Cuando entra sola en el análisis de regresión es capaz de predecir un 42,6 % ( $r = 0,653$ ) de la variabilidad de la variable criterio. Este resultado muestra que la valoración subjetiva del ambiente de ruido (un mismo ambiente de ruido puede ser valorado por diferentes sujetos desde "muy ruidoso" a "nada ruidoso") es más importante en la determinación de la molestia que los niveles objetivos de exposición al ruido.

De las diferentes variables relacionadas con las características personales analizadas en este estudio, la "Sensibilidad" es la única que entra en el análisis de regresión como predictora de la molestia. Las diferencias en sensibilidad obtenidas a partir de una escala de auto-clasificación permitió obtener dos grupos diferenciados de población: los "muy sensibles al ruido" y los "nada sensibles", los cuales a su vez se correlacionan con la molestia en el sentido de que a mayor grado de sensibilidad, mayor nivel de molestia. Este resultado es coherente con los obtenidos en otros estudios (Job, 1987; Langdon, 1976).

El factor II, "Satisfacción residencial", y el factor VI, "Fuentes de ruido (servicios y pequeña industria)", se muestran importantes a la hora de explicar las respuestas de molestia, aunque junto a los factores y variables anteriores aportan escasa información adicional.

No obstante, estos resultados ponen de manifiesto que la satisfacción residencial global (casa, barrio y vecinos) influye en la reacción de molestia al ambiente de ruido. Los sujetos que muestran menor satisfacción residencial obtienen puntuaciones más elevadas en molestia, lo que coincide con los resultados de otras investigaciones sobre este mismo tema (Langdon, 1976).

El factor VI, "Fuentes de ruido (servicios y pequeña industria)", aunque influye en las reacciones de molestia, tiene sin embargo mucha menor importancia que las fuentes de ruido de tráfico (factor II), que se ha mostrado en este estudio como una de las variables más importantes en la predicción de la molestia.

El factor IV, "Tiempo de permanencia", no se denota en el análisis de regresión. Esto puede ser debido al elevado grado de homogeneidad que se da respecto al tiempo de residencia en las áreas estudiadas y, por lo tanto, esta variable no es representativa.

## 6. Conclusiones

Esta investigación muestra que el nivel objetivo de ruido de tráfico explica un escaso porcentaje (9,32 %) de la varianza de la respuesta subjetiva de molestia. Este porcentaje se incrementa fuertemente cuando las respuestas se agrupan según los diferentes niveles de exposición, obteniéndose una correlación  $r = 0,853$  entre el porcentaje de sujetos altamente molestos y el ruido.

Además del nivel de ruido, el análisis de regresión muestra que existen otros factores y variables que influyen en las respuestas de molestia.

Del conjunto de variables predictoras las más significativas han sido:

- Las interferencias provocadas por el ruido en las diferentes actividades realizadas en la casa y más específicamente en las actividades vinculadas



con la percepción de la palabra (conversación, radio y televisión) y en las actividades que exigen concentración y atención. Las interferencias explican el 50,75 % de la variabilidad de las respuestas de molestia. Esto permite deducir que las diferencias en reacción frente al ruido se pueden predecir mejor en función de las interferencias causadas por el ruido que por los niveles reales y objetivos de dicho ambiente de ruido.

- Las fuentes de ruido relacionadas con el tráfico en general y, dentro de éstas, las vinculadas con el tráfico pesado (autobuses y camiones) y señales de alarma (bocinas y sirenas).
- La percepción subjetiva que el sujeto realiza del ambiente de ruido. Esta valoración subjetiva explica un mayor porcentaje de la varianza en las reacciones de molestia que los niveles objetivos de ruido.
- Las diferencias individuales en sensibilidad. Los sujetos que se consideran muy sensibles al ruido manifiestan mayores índices de molestia en comparación con los sujetos que se autclasifican como insensibles (nada sensibles) al ruido. Aunque se han analizado otras variables relacionadas con las características personales, ninguna se ha mostrado significativa en la predicción de la molestia.
- La satisfacción residencial. Las reacciones de la gente con su vecindario en general influyen en las reacciones de molestia frente al ruido. A mayor satisfacción menores índices de molestia.

Análisis posteriores más exhaustivos con estos mismos datos e introduciendo algunos aspectos como tipo de vivienda, características de aislamiento, etc., los cuales no han sido analizados en este estudio, permitirán obtener resultados más precisos en relación con las variables explicativas de la molestia.

## 7. Bibliografía

- ARAGONES, J.I. y AMERIGO, M. (1989), "Satisfacción residencial en áreas periféricas de viviendas adjudicadas". Comunicaciones. Jornadas de Psicología Ambiental, Palma de Mallorca, 56-58.
- BORSKY, P.N. (1983), "Integration of multiple aircraft noise exposures over time by residents living near U.S. Air Force bases". Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as Public Health Problem. Turin, Italy.
- BRADLEY, J.S. y JOHAN (1979), "The effects of site selected variables on human responses to traffic noise. TYPE of housing by traffic Noise level". J. Sound vib, 66, 589-604.
- BRIAN, A., JONAH, J., BRADLEY, J.S. (1981), "Predicting individual subjective responses to traffic noise". Journal of applied Psychology, 66 (4), 490-501.
- BULLEN, R.B. y HEDE, A.S. (1983), "Reliability and variability of reaction variables in community noise research". Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as a Public Health Problem, Turin, Italy, 1.105-1.114.
- GRANDJEAN, E.; GRAF, P.; LAUBER, A.; MEIER, H.P. y MULLER, R. (1973), "OA survey of aircraft noise in Switzerland" Proceedings of the International Congress of Noise as a Public Health Problem, Dubrovnik, Yugoslavia, 645-660.

- HEDE, A.J. y BULLEN, R.B. (1982), "Aircraft noise in Australian: a survey of community reaction". National Acoustic Laboratories Report, 88 (Australian Government Publishing Service, Canberra).
- JOB, R.F.S., "Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction". *J. Acoust. Soc. Am.*, 83 (3) 991-10001.
- DELAUZUN, F.R., GRIFFITHS, I.D. (1978), "Le problème des différences individuelles de sensibilité au bruit de la circulation routière et l'établissement de standards". *REV. APP. PSYCHOL.*, 27 (1), 19-31.
- FIELDS, J.M. y WALKER, J.G. (1982), "The response to railway noise in residential areas in Great Britain". *J. Sound and Vib.*, 85, 177-255.
- JONAH, B.A.; BRADLEY, J.S. y DAWSON, N.E. (1981), "Predicting individual subjective responses to traffic noise". *Journal of Applied Psychology*, 66, 490-501.
- KRYTER, K.D. (1970), "The effects of noise on man". New York: Academic Press.
- LAMBERT, J.; SIMONET, F.; WALLET, M. (1984), "Patterns of behaviour in dwellings exposed to road traffic noise". *Journal of sound and vibration*, 92 (2) 159-172.
- LANGDOW, F.J. y GRIFFITHS, I.D. (1982), "Subjective effects of traffic noise exposure, II: comparison of noise indices, response scales and the effects of changes in noise levels". *Journal of sound and vibration*, 83 (2), 171-180.
- MCKENNEL, A.C. (1978), "Annoyance from Concorde flights around Heathrow". Proceedings of the international Congress on Noise as a Public Health Problem, Dubrovnik, Yugoslavia, 672-644.
- SANTIAGO, S. y PONS, J. (1986-1989), "Mapa acústico de Madrid". Ayuntamiento de Madrid-Instituto de Acústica.
- SCHEMER, R. y SCHUEMER-KOHR, A. (1983), "The influence of some non-acoustical factors on reactions to road and railway traffic noise". Proceedings of Inter-Noise, 83, Edinburgh, 935-938.
- SCHULTZ, T.J. (1978), "Synthesis of social surveys on noise annoyance". *J. Acoust. Soc. Am.*, 64 (2), Aug. 1978.
- WEINSTEIN, N.D. (1980), "Individual differences in critical tendencies and noise annoyance". *Journal of Sound and vibration*, 68 (2), 241-248.

<sup>2</sup>Nuestro agradecimiento a Laura Barrios por el apoyo metodológico prestado. Centro de cálculo, CSIC.