



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A013

Niveles sonoros en un municipio rural

Sergio Feijóo

(a) Departamento de Física Aplicada, Facultad de Física, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España. sergio.feijoo@usc.es

Abstract

Most studies on environmental noise pollution have been carried out for urban areas, particularly big cities, while little is known about noise levels in rural areas. This paper presents the noise levels measured in the municipality of Teo, close to Santiago de Compostela (NW Spain): it is a densely populated municipality, without big villages, with only one important road, but with many local roads. The imminent completion of a new highway will certainly change the sound climate in many places. This study is intended as a previous step in the evaluation of the impact of the new highway on sound levels. Measurements were carried out in 40 selected points that corresponded to one of the following types: a) populated places close to the main existing road, b) populated places around local roads, and c) places with little or no population, occupied by pastures and woodlands. Results show that in the a-type places sound levels vary between 65-75 dBA, while in b-type places they vary between 40-50 dBA, and in c-type places between 30-40 dBA, approximately. The importance of different noise sources on the sound climate is discussed.

Resumen

Aunque se han hecho gran cantidad de estudios sobre los niveles en medios urbanos, sobre todo en grandes ciudades, existe un gran desconocimiento de los niveles sonoros en municipios predominantemente rurales. En este trabajo presentamos una serie de medidas realizadas en el municipio de Teo, cercano a Santiago de Compostela: se trata de un municipio densamente poblado, aunque sin grandes centros urbanos, con una sola vía importante de comunicación, pero con numerosas vías locales. La próxima entrada en funcionamiento de una vía de alta capacidad cambiará el clima sonoro en gran parte del municipio. Este estudio constituye un paso previo para evaluar el impacto sonoro de la nueva autovía. Se realizaron medidas en 40 puntos escogidos que respondían a una de las siguientes tipologías: a) lugares poblados cercanos a la carretera principal, b) lugares poblados en carreteras locales, c) zonas despobladas ocupadas por pastos y bosques. Los resultados muestran que en las zonas tipo a) el nivel sonoro varía entre 65-75 dBA, mientras que en las zonas tipo b) varían entre 40-50 dBA, y en las zonas tipo c) varían entre 30-40 dBA, aproximadamente. Se discute la importancia de diversas fuentes en el clima sonoro del municipio.

1 Introducción

Los problemas de contaminación acústica más importantes se han localizado tradicionalmente en las aglomeraciones urbanas. Está claro que el ruido producido por el tráfico rodado ha supuesto la contribución principal al clima sonoro de las ciudades, aún sin olvidar la aportación de otras fuentes como la industria o el tráfico aéreo. Esto se debe al incremento en el uso de vehículos privados en todo el mundo durante los últimos 30 años. En este sentido se han propuesto algunas actuaciones urbanísticas tendentes a impedir o regular el flujo de tráfico en el interior de las ciudades (Ramis et al., 2003), de tal manera que se reduzca el número de vehículos que circulan por el interior de las mismas, particularmente vehículos pesados, disminuyendo así su aportación a los niveles sonoros. En cualquier caso, las mejoras conseguidas son modestas. Pensemos que algunos de los vehículos más ruidosos son los de transporte urbano, por lo que un decremento en el uso de vehículos particulares lleva aparejado un incremento del uso de transporte público, principalmente autobuses. Por otra parte, la geometría de muchas calles (habitualmente en forma de U), facilitan la persistencia de niveles sonoros altos, aún con un flujo de tráfico menor.

En los últimos años se ha producido en España un desplazamiento de habitantes del medio urbano al medio rural, debido al coste de la vivienda en las ciudades y al deseo de muchas personas de llevar una vida en un entorno más natural y tranquilo. Este desplazamiento ha provocado el crecimiento urbanístico de los alrededores de casi todas las ciudades españolas, generalmente ocupando áreas rurales del propio municipio o de municipios adyacentes. El municipio de Teo se encuentra colindante con el de Santiago de Compostela, cuya ciudad principal tiene aproximadamente 100.000 habitantes. Tiene una superficie aproximada de 80 km², una densidad poblacional de unos 220 habitantes/km², y su población actual es de 17.441 habitantes. En los últimos 17 años el número de habitantes ha aumentado en un 50%, mientras que la ciudad de Santiago de Compostela no ha experimentado crecimiento demográfico en el mismo período. La principal población de Teo, Cacheiras, tiene unos 4.000 habitantes distribuidos alrededor de la principal vía de comunicación, la carretera AC-841, que tiene un aforo de unos 23.000 vehículos/día, de los que, aproximadamente, un 4% son vehículos pesados. Al resto de las 11 parroquias del municipio se llega a través de numerosas vías locales de baja densidad de tráfico, que atraviesan campos de cultivo, bosques y pastos. La expansión urbanística del municipio se ha visto acompañada por el incremento en el flujo de tráfico, no sólo en la vía principal, sino en todas las vías del municipio, por lo que se está construyendo una nueva vía de alta capacidad, la futura autovía de dos carriles por dirección AG-59, que atraviesa el municipio en dirección a Santiago de Compostela. Este incremento en la presión urbanística y viaria ha hecho que el clima sonoro en el municipio, al menos en determinados sectores, se vaya aproximando al de una gran urbe, mientras que en otros sectores el impacto es probablemente pequeño, debido a su lejanía de la vía principal. La nueva autovía atraviesa zonas de este último tipo, con lo que es posible que los niveles sonoros aumenten considerablemente en zonas que anteriormente disponían de un clima sonoro relativamente natural y muy poco afectado por el impacto humano.

Hoy en día existe poca información acerca de los niveles sonoros de entornos predominantemente rurales. Ko (1977) estudió los niveles sonoros de Hong-Kong debido al tráfico, e incluyó las áreas rurales de la ciudad, encontrando diferencias entre los espacios abiertos y los entornos cerrados urbanos, pero la situación de Hong-Kong no es equiparable a la de la mayoría de municipios rurales del mundo. También se ha estudiado el efecto del ruido producido por maquinaria agrícola en los campesinos japoneses (Miyakita et al., 2004), pero

desde el punto de vista del ruido laboral y la pérdida de audición provocada por el mismo. En el Reino Unido se hizo un estudio comparativo de las respuestas subjetivas al ruido, particularmente de tráfico, en entornos rurales urbanos y semiurbanos, encontrando relaciones dosis/respuesta similares en ambos entornos (Hawkins & Large, 1983).

En este trabajo nos proponemos estudiar los niveles sonoros ambientales en el municipio de Teo, tanto debidos al tráfico como a otras posibles fuentes que identificaremos y valoraremos. Los puntos de muestreo han sido escogidos en la zona comprendida entre la actual carretera AC-841 y la futura autovía AG-59, ya que este trabajo forma parte de un proyecto de valoración del impacto sonoro de la puesta en uso de la nueva autovía. De esta forma conoceremos los niveles sonoros previos a la puesta en marcha de la nueva infraestructura y podremos compararlos con los niveles sonoros con la autovía en funcionamiento.

2 Método

2.1 Selección de los puntos de medida

Teniendo en cuenta las características del municipio de Teo, y ante la imposibilidad de realizar un muestreo espacial en cuadrícula debido al difícil acceso a algunas áreas, se decidió escoger una serie de puntos de medida que representaran los tipos más comunes de zonas. En un muestreo sonoro exploratorio se escogieron inicialmente 40 puntos de medida, aunque por diversas causas 6 de esos puntos tuvieron que ser descartados (zonas en obras temporales, puntos demasiado próximos a otros puntos, etc.). Los puntos seleccionados correspondieron a una de las siguientes tipologías: A) Lugares poblados cercanos a la carretera principal (5 puntos de medida); B) Lugares poblados en la cercanía de carreteras locales (15 puntos de medida); C) Zonas despobladas ocupadas por tierras de cultivo, pastos o bosques (14 puntos de medida).

2.2 Procedimiento de medida

Las medidas se realizaron usando un analizador espectral Bruel&Kjaer 2260. En cada punto se realizaron 6 medidas en el período diurno (desde las 7.00 hs de la mañana hasta las 23.00 hs de la noche). Este intervalo fue dividido en 6 franjas horarias, de tal manera que cada medida fuera tomada en una franja diferente. Los intervalos considerados fueron: 7.00-10.00 hs, 10.00-14.00 hs, 14.00-16.00 hs, 16.00-18.00 hs, 18.00-20.00 hs, y 20-23 hs.

En cada medida se obtuvo el Nivel Continuo Equivalente durante 15 minutos, $L_{Aeq,15}$, junto con los valores máximo y mínimo, y los percentiles L5, L10, L50, L90 y L95. Los datos de los niveles sonoros y sus correspondientes espectros promedio se almacenaron para su posterior análisis. Durante la medida se identificaron las fuentes sonoras activas y se realizó una descripción de su papel en el clima sonoro para tratar de evaluar la importancia de las mismas: contribución como ruido de fondo, como fuente principal, o como fuente esporádica.

Las medidas se realizaron en un intervalo de 7 meses, comenzando en Diciembre de 2007 y finalizando en Junio de 2008. Este intervalo nos permitió evaluar algunas diferencias estacionales en los niveles sonoros que comentaremos más adelante.

3 Resultados

3.1 Identificación de fuentes sonoras

Durante la realización de las medidas se hizo una descripción de las fuentes sonoras activas y se identificaron las fuentes responsables del ruido de fondo, las fuentes principales

responsables del nivel sonoro, y las fuentes secundarias, presentes de forma más o menos esporádica, que no afectaban a los valores del nivel sonoro de forma apreciable. Esta identificación de fuentes se ha realizado teniendo en cuenta el período del año en que se realizaron las mediciones, ya que se observaron cambios cualitativos en la presencia de fuentes sonoras entre el invierno y la primavera: aparición de nuevas fuentes animales (especialmente grillos en primavera), cambios en los niveles de las corrientes de agua, aumento de actividad en las tareas agrícolas, etc. Esta descripción la presentamos en forma de tabla para las zonas tipo B y C, ya que en los puntos tipo A el ruido de tráfico es el principal y único responsable del nivel sonoro, debido a su proximidad a la carretera AC-841 y al flujo de tráfico por la misma.

La Tabla 1 nos muestra las fuentes responsables del ruido de fondo en las zonas tipo B y C, para cada período del año, representadas como un porcentaje sobre el número total de medidas. RT representa el ruido de tráfico percibido lejos de la vía o vías donde se produce. Hemos constatado que en numerosos puntos del municipio se percibe una especie de “Rumor de tráfico” que proviene de las vías principales del municipio, o de municipios adyacentes en algunos casos, y que constituye el fondo sonoro en un porcentaje elevado de casos. En las zonas tipo B y algo menos en las de tipo C, se produce una caída en su presencia como consecuencia de la aparición de nuevas fuentes durante la primavera. Los pájaros (PA) constituyen una presencia constante durante todo el año, aunque en primavera tienden a convertirse en algunos casos en la fuente principal. Otro elemento presente como ruido de fondo son los cursos de agua (A), cuyo nivel depende de la presencia o ausencia de lluvias. Es significativa la presencia de ruido procedente de grillos (G) en la primavera, así como un aumento significativo de obras de construcción (O) de todo tipo durante ese mismo período.

Tabla 1. Fuentes responsables del ruido de fondo: RT (“rumor de tráfico”); PA (pájaros); A (cursos de agua); G (grillos); y O (obras)

Ruido de fondo					
Zona B	RT	PA	A	G	O
Invierno	89.3%	7.1%	3.6%	-	-
Primavera	45.4%	18.2%	7.3%	20%	9.1%
Zona C	RT	PA	A	G	O
Invierno	82.3%	3%	14.7%	-	-
Primavera	73.3%	-	13.3%	8.9%	4.4%

En la Tabla 2 podemos ver las principales fuentes responsables del nivel sonoro, expresadas como porcentaje de presencia en el número total de medidas. Como se puede observar, el tráfico local por vías cercanas (T) y el ruido de pájaros constituyen las dos fuentes con más presencia en zonas de tipo B. En las zonas tipo C, debido a su mayor alejamiento de las vías locales de tráfico, éste no aparece como fuente principal. Un factor de cierta importancia es el ruido producido por los perros domésticos en ambas zonas, que, aunque difícilmente predecible, aparece de forma constante, como veremos más adelante, y, en algunos casos constituye un factor importante. La presencia de grillos en primavera es notable en bastantes casos, como ya se ha comentado. Otras fuentes tienen una menor presencia, como los trabajos agrícolas (AG), los cursos de agua (A) o los aviones (AV).

Tabla 2. Fuentes principales: T (tráfico local); PA (pájaros); P (perros); O (obras); G (grillos); AG (trabajos agrícolas); A (cursos de agua); y AV (aviones)

Fuente principal								
Zona B	T	PA	P	O	G	AG	A	AV
Invierno	40%	48%	8%	4%	-	-	-	-
Primavera	24.1%	51.8%	3.75	3.7%	16.7%	-	-	-
Zona C	T	PA	P	O	G	AG	A	AV
Invierno	-	55.2%	20.7%	10.3%	-	6.9%	6.9%	-
Primavera	-	53.3%	2.2%	11.1%	20%	-	8.9%	4.4%

Por último, existen otras fuentes que se presentan de forma más o menos constante en casi todos los puntos de medida, aunque su contribución al nivel sonoro sea despreciable en muchos casos. En la Tabla 3 podemos ver el porcentaje de puntos en los que se detectaron dichas fuentes. Como ya comentamos, el ladrido de perros es una constante en muchas medidas, así como los pájaros, y podemos incluir también al ruido producido por obras de toda índole. El tráfico local también deja sentir su presencia, aunque en menor grado. Otras fuentes presentes de forma menos abundante son los aviones, los trabajos agrícolas, así como la aparición de grillos en primavera.

Tabla 3. Otras fuentes sonoras en los puntos de medida

Fuentes secundarias							
Zona B	P	O	AV	PA	AG	T	G
Invierno	86.7%	66.7%	13.3%	73.3%	20%	20%	-
Primavera	85.7%	71.4%	21.4%	35.7%	7.1%	28.6%	42.9%
Zona C	P	O	AV	PA	AG	T	G
Invierno	85.7%	42.9%	7.1%	57.2%	7.1%	35.7%	-
Primavera	71.4%	50%	42.9%	55%	28.6%	50%	28.6%

3.2 Niveles sonoros

Los valores medios de $L_{Aeq,15}$ y sus correspondientes desviaciones estándar en cada uno de los puntos pueden verse en la Figura 1. Los valores aparecen separados en función de la tipología de cada punto: los valores de puntos tipo A corresponden a las barras blancas, los de tipo B a las barras de color gris claro, y los de tipo C a barras gris oscuro. Puede verse que existe una diferencia clara entre los niveles sonoros de los puntos tipo A y el resto, así como una diferencia más pequeña entre los de tipo B y C. Los valores medios de cada tipo de zona (A, B o C), pueden verse en la Figura 2. Se sometieron los datos a un análisis de varianza (one-way ANOVA) para intentar determinar si esas diferencias son estadísticamente significativas. El resultado del test ($F(2,31)=147.57$; $p<0.01$) confirma que esas diferencias entre los tipos de zonas son estadísticamente significativas. El test de Scheffé confirmó que los niveles sonoros de los tres tipos son estadísticamente diferentes entre sí ($p<0.05$).

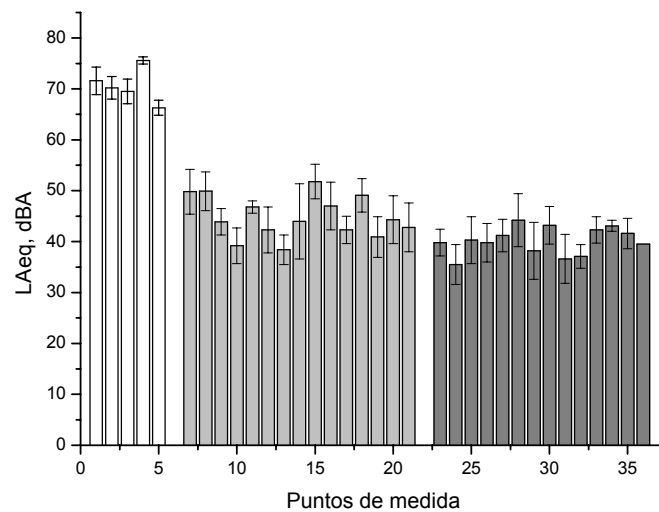


Figura 1. Niveles sonoros promedio en dBA, con sus correspondientes desviaciones estándar en cada punto de medida: Tipo A (color blanco); Tipo B (color gris claro); Tipo C (color gris oscuro).

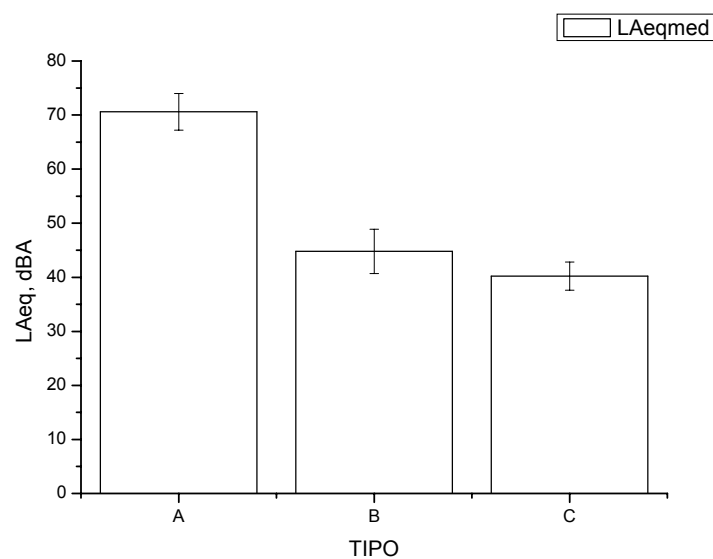


Figura 2. Valores promedio de los niveles sonoros en dBA para cada tipo de zona, con sus correspondientes desviaciones estándar.

Ya se han comentado las diferencias estacionales que se percibieron durante la realización de las medidas (entre invierno y primavera). Para cada tipo de zona se realizó una comparación entre los valores de los niveles sonoros en invierno y en primavera mediante un análisis de varianza one-way ANOVA. Para los 3 tipos de zona considerados el análisis de varianza mostró que no existían diferencias significativas entre los valores del invierno y los de la primavera: $F(1,28)=0.004$, $p<0.01$ para las zonas tipo A; $F(1,88)=0.08$, $p<0.01$ para las zonas tipo B; y $F(1,82)=1.56$, $p<0.01$ para las zonas tipo C.

En las zonas en las que el ruido de tráfico producido por las vías alejadas (RT) constituía el ruido de fondo, se procedió a determinar la contribución del mismo y la de otras

fuentes. Para ello consideramos en cada una de las medidas que el percentil L90 constituía el nivel asociado al ruido de fondo y se procedió a determinar el nivel de las otras fuentes utilizando la expresión:

$$L_{otras} = 10 \log \left(10^{0.1L_{Aeq,15}} - 10^{0.1L_{90}} \right), \tag{1}$$

Las Figuras 3 y 4 nos muestran dichas contribuciones en las zonas B y C para cada uno de los puntos donde se daban las condiciones anteriores.

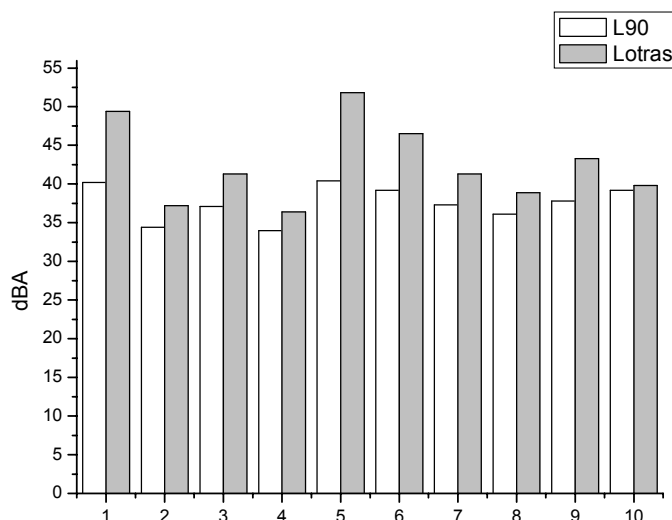


Figura 3. Niveles sonoros en dBA en cada punto debido a la contribución del Ruido de tráfico al ruido de fondo (L90), y a otras fuentes (L_{otras}), en zonas tipo B.

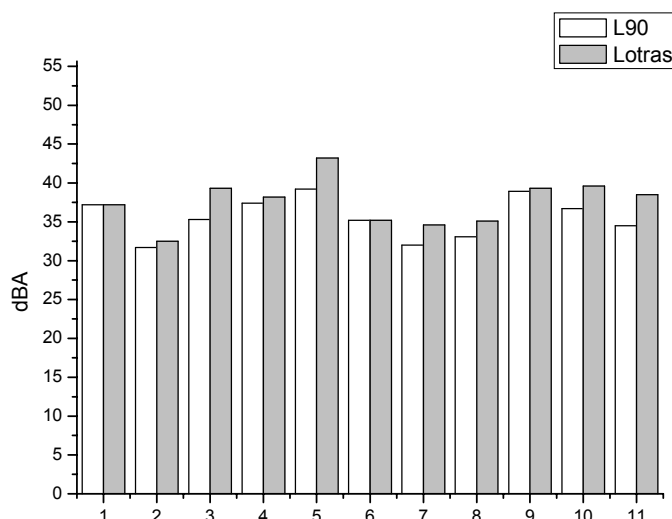


Figura 4. Niveles sonoros en dBA en cada punto debido a la contribución del Ruido de tráfico al ruido de fondo (L90), y a otras fuentes (L_{otras}), en zonas tipo C.

En la Tabla 4 podemos ver los valores medios de dichas contribuciones. En las zonas tipo B la presencia de algunas de las fuentes ya mencionadas hace que su nivel se eleve 5 dBA, en promedio, sobre el ruido de tráfico, mientras que en las zonas tipo C esa diferencia es bastante menor, de 1.9 dBA.

Tabla 4. Contribuciones promedio del tráfico (L90) como ruido de fondo y de otras fuentes (L_{otras}).

Zona	Lotras (dBA)	L90 (dBA)	Diferencia (dBA)
Tipo B	42.6±5.1	37.6±2.2	5
Tipo C	37.5±2.6	35.6±2.6	1.9

4 Discusión

Los niveles sonoros y la identificación de fuentes obtenidos en este estudio muestran que existen numerosas particularidades propias de un entorno rural. La zonificación considerada en función de la proximidad a vías generales (zonas tipo A), locales (zonas tipo B), o a zonas sin apenas flujo de tráfico (zonas tipo C), está en concordancia con los niveles sonoros obtenidos: 70.6 dBA para las zonas tipo A, 44.8 dBA para las tipo B y 40.2 para las tipo C, en promedio.

En la zona A, el tráfico fue el único factor determinante del nivel sonoro debido a que los puntos de medida se encontraban cercanos a la carretera AC-841, generalmente delante de alguna vivienda. Para esos puntos, los niveles obtenidos son similares a los encontrados en otras ciudades españolas (Martín et al., 2006; Barrigón Morillas et al., 2002), e incluso a algún municipio rural con un flujo de tráfico muy importante por ser atravesado por importantes vías de comunicación (Ramis et al., 2003). En todos estos casos se encuentran niveles sonoros comprendidos entre 55-70 dBA. En las cercanías de vías de comunicación importantes en entornos rurales los niveles también son similares a los encontrados en este estudio (65-70 dBA).

En el resto de zonas se produce una situación peculiar frente a los entornos urbanos: el tráfico de la vía principal pasa a convertirse en un ruido de fondo que alcanza unos 37 dBA en promedio en las zonas tipo B y unos 35 dBA en las tipos C. En algunos de los puntos de la Zona tipo B, el tráfico local (en general rondando los 60 vehículos/hora), se convierte en la fuente principal, mientras que en otros puntos aparecen fuentes no controlables como el canto de pájaros o grillos en primavera. En las zonas tipo C no hay influencia del tráfico local, al encontrarse esos puntos más o menos alejados del mismo, y el canto de pájaros y grillos es, quizá, la fuente predominante.

Si examinamos las variaciones estacionales veremos que las fuentes sonoras sufren algunos cambios con el paso del invierno a la primavera, sobre todo con la aparición de insectos cantores como los grillos, o el aumento de las obras. Sin embargo, un análisis estadístico comparativo de los niveles sonoros en ambas estaciones no mostró ninguna diferencia entre ambos.

Si nos fijamos en las diversas fuentes en función de su origen (humano o no humano), vemos que en la gran mayoría de casos existen fuentes de procedencia humana, como el tráfico, las obras, los trabajos agrícolas o el paso de aviones. Estas fuentes aparecen incluso en las zonas más alejadas de las concentraciones poblacionales. Otro factor importante es la presencia frecuente de perros, aún cuando su influencia dependa de la proximidad a los

misimos. Por tanto, podemos concluir que es prácticamente imposible encontrar espacios en los que la influencia humana no afecte a los niveles sonoros.

En un municipio rural, como Teo, los niveles sonoros encontrados son netamente inferiores, en la mayoría de los puntos, a los encontrados en entornos urbanos, pero son comparables a estos siempre que nos encontremos cerca de una vía de comunicación importante. De todas formas, esto no significa que el clima sonoro sea particularmente tranquilo ya que la influencia humana se nota en prácticamente todos los puntos analizados, aún cuando muchas veces sean fuentes esporádicas. En este sentido hay que tener presente que, al ser el entorno sonoro más “tranquilo”, al menos desde el punto de vista de los niveles sonoros encontrados, que el de una ciudad, la presencia de fuentes indeseadas puede llegar a alcanzar niveles de molestia importantes. Próximamente abordaremos el tema de la opinión de los habitantes del Municipio en relación a su percepción del entorno sonoro.

Referencias

- Barrigón Morillas, J.M.; Gómez Escobar, V.; Méndez Sierra, J.A.; Vilchez Gómez, R.; Trujillo Carmona, J. (2002). “An environmental noise study in the city of Caceres, Spain”. *Applied Acoustics*, 63, 1061-1070.
- Hawkins, M.M.; Large, J.B. (1983). “Subjective response to noise in rural villages, particularly from road traffic”. *Journal of Sound and Vibration*, 88, 3, 321-331.
- Ko, N.W.M. (1997). “Noise of individual vehicles in a high-rise city”. *Journal of Sound and Vibration*, 55, 1, 39-48.
- Martín, M.A.; Tarrero, A.; González, J.; Machimbarrena, M. (2006). “Exposure-effect relationships between road traffic noise annoyance and noise cost evaluations in Valladolid, Spain”. *Applied Acoustics*, 67, 945-958.
- Miyakita, T; Ueda, A.; Futatsuka, M.; Inaoka, T.; Nagano, M.; Koyama, W. (2004). “Noise exposure and hearing conservation for farmers of rural Japanese communities”. *Journal of Sound and Vibration*, 277, 3, 633-641.
- Ramis, J.; Alba, J.; García, D.; Hernández, F. (2003). “Noise effects of reducing traffic flow through a Spanish city”, *Applied Acoustics*, 343-364.