

VARIACIÓN TEMPORAL DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA EN PAMPLONA Y VALENCIA

PACS: 43.50.Rq

Arana Burgui, Miguel¹; García Rodríguez, Amando²

¹Departamento de Física, Universidad Pública de Navarra. 31006. Pamplona. Spain

²Departamento de Física Aplicada, Universidad de Valencia. Valencia. Spain

Tel: +34 948 169 568

Fax: +34 948 169 565

E-mail: marana@unavarra.es

ABSTRACT

An important aspect regarding to acoustic pollution is to evaluate how it changes in the course of time. The objective is to know if the acoustic pollution in our cities are either increasing or diminishing. As a contribution to this knowledge a comparison from the results obtained in two measurement sets carried out during both the eighties and the nineties in Pamplona and Valencia (Spain) is presented. These results have been analyzed as a whole in the light of their significant variables. Which of the variables can influence on the noise evolution are discussed.

RESUMEN

Un elemento muy importante en relación con la contaminación acústica es evaluar en qué forma evoluciona en el transcurso del tiempo, a largo plazo. En última instancia, se trata de conocer si los niveles de contaminación acústica en nuestras ciudades aumentan, disminuyen o permanecen estacionarios. Como aportación a este conocimiento, en este trabajo hemos llevado a cabo una comparación entre los resultados obtenidos en diferentes series de medidas de niveles sonoros diurnos realizadas durante las décadas de los años ochenta y noventa en dos ciudades españolas, Pamplona y Valencia. Estos resultados han sido analizados globalmente a la luz de las variables más significativas de las que dependen dichos niveles, discutiendo cuáles de estas variables pueden influir más en la citada evolución temporal.

1. INTRODUCCIÓN

Los elevados niveles de contaminación sonora actualmente existentes en muchas zonas urbanas de los países desarrollados deterioran seriamente la salud y calidad de vida de millones de ciudadanos. En consecuencia, el estudio de este factor ambiental y sus efectos sobre las personas sigue siendo un tema de gran interés en todo el mundo [1][2][3][4][5].

Un elemento muy importante en relación con este problema radica en evaluar en qué forma los niveles sonoros en medios urbanos han evolucionado en el transcurso del tiempo, a largo plazo. En última instancia, se trata de conocer si los niveles de contaminación acústica en nuestras ciudades aumentan, disminuyen o permanecen estacionarios. Como aportación a este

conocimiento, en este trabajo hemos llevado a cabo una comparación entre los resultados obtenidos en diferentes series de medidas de niveles sonoros diurnos realizadas durante las décadas de los años ochenta y noventa en dos ciudades españolas, Pamplona y Valencia. Estos resultados han sido analizados a la luz de las variables más significativas de las que dependen dichos niveles sonoros, con el fin de determinar cuáles de estas variables pueden influir más en la citada evolución temporal.

2. REALIZACIÓN DE MEDIDAS

Las medidas acústicas han sido llevadas a cabo en las ciudades de Valencia y Pamplona. En Valencia se tomaron 90 emplazamientos de medida; en Pamplona el número de emplazamientos fue 162. Las medidas de Valencia fueron realizadas en días laborables, entre las 12 y 14 horas, con 15 minutos de duración. Dos series idénticas de medidas, en los mismos emplazamientos, a las mismas horas y con igual duración, fueron llevadas a cabo en los años 1984 y 1992. Los datos relativos al tráfico (densidad, composición, velocidad, etc.) fueron anotados únicamente en las medidas del año 1992. El índice representativo del nivel sonoro registrado fue el nivel sonoro equivalente L_{Aeq} . En los 164 emplazamientos de Pamplona se tomaron cuatro medidas de 15 minutos en cada uno de ellos. Cada una de estas medidas lo fue en los siguientes periodos horarios: 8 - 11,30 horas, 11,30 - 15 horas, 15 - 18,30 horas y 18,30 - 22 horas. Las mismas medidas y en los mismos emplazamientos se llevaron a cabo en los años 1987 y 1997. Los datos relativos al tráfico (densidad, composición, velocidad, etc.) fueron anotados en ambas series de medidas. En las dos campañas de medidas se obtuvieron, además del índice L_{Aeq} , otros índices del ruido ambiental tales como L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{Amin} , L_{Amax} o L_{APmax} .

3. EVOLUCION TEMPORAL DE LA CONTAMINACION ACUSTICA

Las figuras 1 y 2 muestran la evolución temporal de los niveles sonoros diurnos medidos en las ciudades de Valencia y Pamplona, respectivamente. Para mayor claridad, los resultados obtenidos en las dos series de medidas realizadas en cada caso se han agrupado en franjas de 5 dBA. En el caso de Valencia se observan dos resultados importantes. En primer lugar, el elevado número de estaciones de medida de la franja de 65-70 dBA que han visto reducidos sus niveles sonoros. Por otra parte, si bien en una cuantía menos significativa, se ha reducido en un 2% el número de emplazamientos con niveles sonoros superiores a 75 dBA.

Si tomamos la media logarítmica (valor energético) de todas las medidas llevadas a cabo en los 90 emplazamientos, como valor medio de la contaminación acústica en la ciudad de Valencia (una extrapolación algo arriesgada), observamos que dicho valor ha pasado de 73.5 dBA en el año 1984 a 72.9 dBA en el año 1992. En términos energéticos, este resultado indica que la contaminación acústica en esta ciudad ha experimentado una reducción del orden del 13%.

En el caso de Pamplona, la reducción del número de medidas con niveles superiores a 75 dBA es más destacable; esta reducción es de, prácticamente, el 7%. Por otra parte, se destaca un claro "trasvase" de medidas con resultados superiores a 65 dBA (año 1987) a resultados inferiores a 65 dBA (año 1997). Así, un 39% de las medidas en el año 1987 estuvieron por debajo de 65 dBA, frente a un 61% que estuvieron por encima de dicho valor. En el año 1997, un 51% de las medidas estuvieron por debajo de 65 dBA, frente a un 49% que estuvieron por encima de dicho valor. Este es un resultado altamente positivo. Si nuevamente tomamos la media logarítmica (valor energético) de todas las medidas realizadas (648 en total) en los 162 emplazamientos como valor de la contaminación acústica en la ciudad de Pamplona (extrapolación bastante razonable, tanto por el número de medidas como por el tamaño de la ciudad), vemos que dicho valor ha pasado de 66.7 dBA en el año 1987 a 65.5 dBA en el año 1997. En términos energéticos, estos resultados suponen una reducción del 24% de la contaminación acústica.

Histograma de niveles LAeq en los años 1984 y 1992

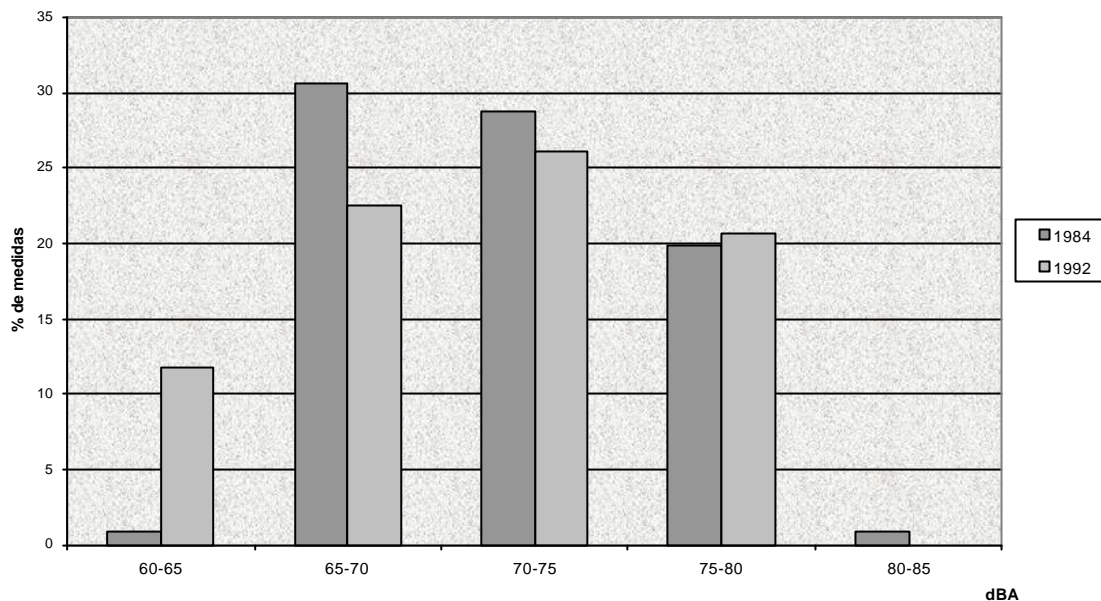


Figura 1. Evolución temporal de los niveles sonoros, por franjas, en la ciudad de Valencia

Histograma de niveles LAeq en los años 1987 y 1997

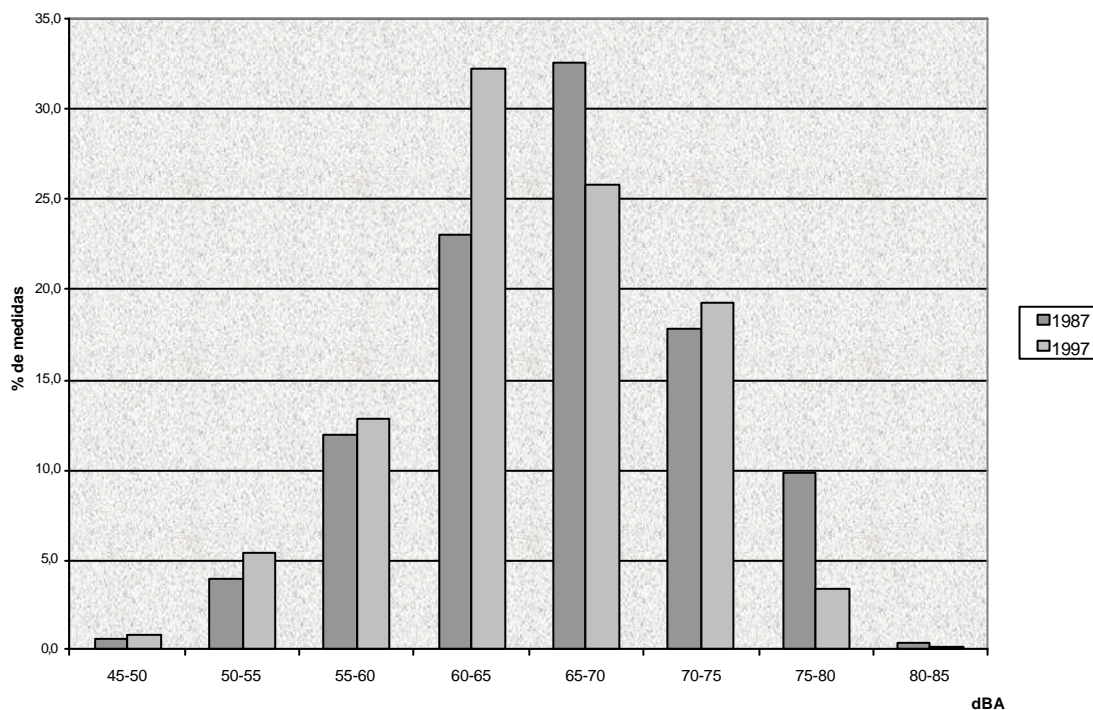


Figura 2. Evolución temporal de los niveles sonoros, por franjas, en la ciudad de Pamplona

La figura 3 muestra la distribución acumulada del índice L_{Aeq} para las medidas de Pamplona en los años 1987 y 1997. El análisis de las distribuciones acumuladas para los niveles máximos y diferentes percentiles muestra que la causa de la disminución de los niveles sonoros es debida sobre todo a la reducción de los niveles máximos (L_{Amax} , L1 y L10), a pesar del incremento

experimentado en el ruido de fondo (L90 y L99), debido a la mayor densidad de tráfico. En definitiva, la emisión acústica de los vehículos, considerados individualmente, ha disminuido. Por el contrario, la densidad de tráfico se ha visto incrementada en torno a un 1.8% anual. Sin embargo, el resultado neto se traduce, a nivel global, en una disminución de la contaminación sonora.

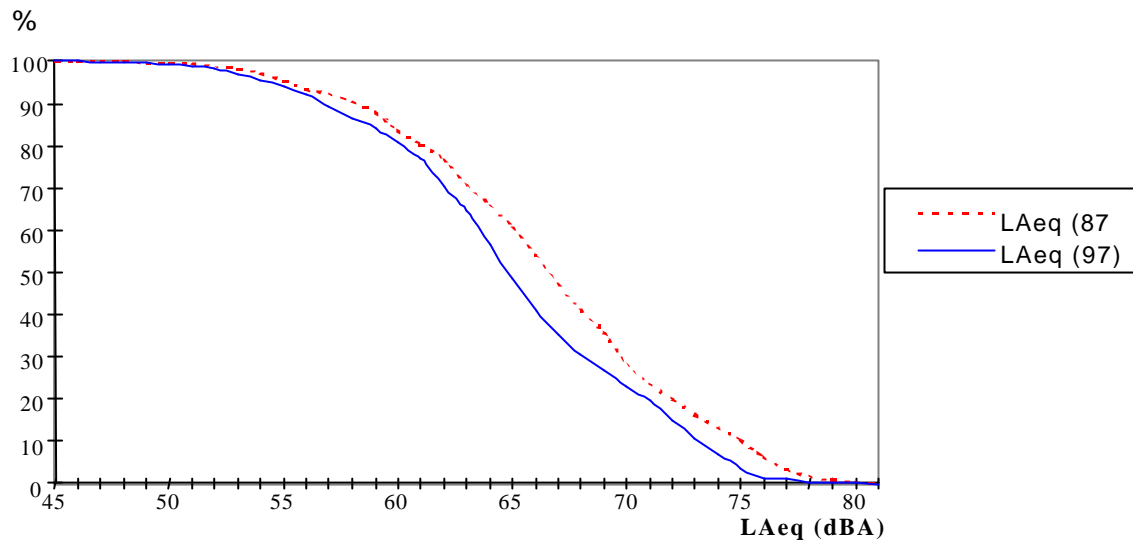


Figura 3. Distribución acumulada del índice L_{Aeq} para las medidas de Pamplona

3. DEPENDENCIA ENTRE NIVELES SONOROS Y VARIABLES DEL TRAFICO

Puesto que la principal fuente del ruido en las ciudades es el tráfico rodado, cabe esperar una clara dependencia entre los niveles sonoros existentes en un emplazamiento y las variables del tráfico en el mismo. Los niveles sonoros se ven incrementados cuando la densidad de tráfico aumenta. El conocimiento de esta simple dependencia permite, por ejemplo, predecir los niveles sonoros en un emplazamiento proyectado en función del tráfico previsto. Obviamente, el interés de las fórmulas de predicción dependerá del error típico de tal estimación. Los resultados encontrados en el estudio de regresión simple para las dos series de medidas a las que nos estamos refiriendo se muestran en la tabla número 1. En ella se muestran las fórmulas de predicción del L_{Aeq} en función de la densidad total del tráfico (Q), el valor del coeficiente de determinación (R^2) y el error típico de la estimación (SE).

Tabla 1. Dependencia entre los niveles sonoros y la densidad del tráfico

Ciudad	Año	Expresión	R^2	SE
Valencia	1984	$L_{Aeq} = 48.5 + 8.13 \log Q$	0.62	2.7
Valencia	1992	$L_{Aeq} = 48.8 + 7.72 \log Q$	0.56	3.3
Pamplona	1987	$L_{Aeq} = 45.8 + 8.65 \log Q$	0.58	3.8
Pamplona	1997	$L_{Aeq} = 48.3 + 7.22 \log Q$	0.64	3.2

Aunque estas fórmulas de predicción (muy similares entre sí) permiten predecir de forma aproximada los niveles sonoros urbanos conociendo únicamente la densidad del tráfico (como es natural, sólo en aquellas situaciones en que ésta sea la fuente predominante de ruido), es evidente que, a priori, en los valores de dichos niveles influyen también otras variables del tráfico tales como la velocidad y la composición del mismo, así como las características geométricas de la vía y edificaciones. La técnica de inferencia estadística para determinar tal influencia (a partir de los resultados de las medidas de los niveles sonoros y de todas las características del tráfico y de la vía) consiste en llevar a cabo un análisis de varianza con grado de significación preestablecido. Para tal fin, hemos utilizado el paquete estadístico SPSS® versión 10.0. El método utilizado ha sido el de pasos sucesivos (*stepwise*), mediante el cual el programa introduce las variables en la correspondiente ecuación en orden de significación. Hemos impuesto como condición que la significación de las variables introducidas sea superior al 95%. El programa se detiene cuando la próxima variable a introducir en la ecuación no supera la significación impuesta [6].

En la tabla 2 se muestran los resultados encontrados en el análisis a que se refiere el párrafo precedente. Respecto a la tabla anterior, se añaden las variables velocidad (*v*, en km/h), anchura de la calle (*D*, en metros) y porcentaje de vehículos pesados (*p*, en porcentaje). No se muestran resultados en la línea correspondiente al año 1984 en la ciudad de Valencia dado que, en este caso, no se dispone de los datos relativos a la composición del tráfico.

Tabla 2. Dependencia entre los niveles sonoros y las variables del tráfico y de la vía.

Ciudad	Año	Expresión	R ²	SE
Valencia	1992	$L_{Aeq} = 54.6 + 10.60 \log Q - 11.55 \log D + 0.11 p$	0.70	2.7
Pamplona	1987	$L_{Aeq} = 53.0 + 6.81 \log Q - 8.49 \log D + 0.09 v + 0.08 p$	0.83	3.1
Pamplona	1997	$L_{Aeq} = 48.7 + 10.10 \log Q - 7.07 \log D + 0.16 p$	0.70	2.6

Algunos aspectos de los resultados que se muestran en esta tabla merecen comentario. En primer lugar, respecto a las predicciones anteriores, se observa un aumento en los valores del coeficiente de determinación, puesto que se han incluido en las fórmulas de predicción un mayor número de "causas" de los niveles sonoros. Consecuentemente, se reduce el error standard de la estimación.

Las tres variables más influyentes, por este orden, son la densidad del tráfico, la anchura de la calle y el porcentaje de vehículos pesados. La primera ya fue comentada anteriormente; su coeficiente es próximo al valor teórico de 10, al menos en las fórmulas de predicción obtenidas en base a las medidas realizadas en los años 1992 (Valencia) y 1997 (Pamplona). El signo del coeficiente del término correspondiente a la anchura de la calle es negativo, resultado lógico de acuerdo con el efecto reverberante que introducen los edificios laterales. El coeficiente que afecta al porcentaje de vehículos pesados (en tanto por ciento) es de 0.11 y 0.16 para las dos fórmulas que han introducido idénticas variables en la ecuación. Ello implica, por ejemplo, que un incremento del 10% en el porcentaje de vehículos pesados en el tráfico rodado supone aumentos de 1.1 y 1.6 dBA en los niveles sonoros, respectivamente.

La variable velocidad sólo resultó significativa en el estudio llevado a cabo en Pamplona en 1987. Sin embargo, no resulta variable significativa en los otros dos estudios, Valencia (1992) y Pamplona (1997). Para las bajas velocidades medias usuales en el tráfico urbano (situación en la que el ruido producido por el contacto neumático-asfalto es despreciable frente al ruido del motor y carrocería), la mayor emisión acústica debida al incremento de velocidad parece verse contrarrestada por la mayor emisión acústica provocada por un tráfico poco fluido (marchas cortas).

Aunque, en principio, otras variables tales como la altura de los edificios que flanquean las calzadas, la existencia de cruces próximos o la distancia a semáforos, pueden influir también

en los correspondientes niveles sonoros, su influencia no es tan significativa como para justificar su aparición en las ecuaciones de predicción. En otras palabras, su reducido efecto queda enmascarado por el error típico en la estimación de las otras variables.

4. CONCLUSIONES

Los resultados de las campañas de medidas realizadas en las ciudades de Valencia (años 1984 y 1992) y Pamplona (años 1987 y 1997) muestran una ligera disminución de la contaminación sonora en ambas ciudades, a pesar del continuo incremento del tráfico rodado. Concretamente, en la campaña de medidas realizada en Pamplona, el porcentaje de medidas cuyo L_{Aeq} superó los 65 dBA se redujo desde el 61% en el año 1987 hasta el 49% en el año 1997.

La utilización de fórmulas de predicción de niveles sonoros puede ser una herramienta muy importante en el estudio de la contaminación sonora en medios urbanos. Las fórmulas deducidas en el presente trabajo proporcionan predicciones suficientemente válidas de los niveles sonoros existentes en los medios urbanos considerados (y, posiblemente, también en otros de características similares), a efectos de prospección general. En consecuencia, su uso puede resultar adecuado en estudios de planificación urbanística o para orientar las medidas de control del ruido producido por el tráfico rodado en medios urbanos.

REFERENCIAS

- [1] A.García (ed).- "Environmental Urban Noise".- Wit Press, Southampton (2001).
- [2] B.Berglund y T.Lindvall (eds).- "Community noise".- Document prepared for the World Health Organization".- Stockholm University (1995).
- [3] A.García.- "La contaminación sonora en la Comunidad Valenciana".- Consell Valencià de Cultura.- Generalitat Valenciana (1995).
- [4] M.Arana y A.García.- "A social survey on the effects of environmental noise on the residents of Pamplona, Spain".- Applied Acoustics, vol. 53, pp. 245-253 (1998).
- [5] M.Arana y M.L. San Martín.- "Influence of car modernization on environmental noise in Pamplona, Spain" . *Proc. 6th International Congress on Sound and Vibration*. Copenhagen, 1999.
- [6] SPSS® for Windows, versión 10.0