

ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE RUIDO AMBIENTAL

PACS: 43.50.Rq

J.F. Sanz Requena*, J González Suárez**, L. García Sastre**, T. Lorenzana Lorenzana***

*Universidad Europea Miguel de Cervantes

Padre Julio Chevalier (Valladolid)

E-mail: jfsanz@uemc.edu

** E.T.S Arquitectura, Universidad de Valladolid

Av Salamanca s/n

47014 Valladolid, España.

E-mail: laura@arq.uva.es

*** Dto. de Física Aplicada de la EU de Arquitectura Técnica

Universidad de A Coruña

ABSTRACT

The evaluation and valuation of outside noise, principally in urban areas, has been carried out using a group of parameters that describe the different situations of noise levels produced. In the present work, a correlation analysis between L_{eq} , L_{max} , L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} parameters has been made from the data obtained with the continuous measurements carried out during several days, in 5 different points of the city and with measurement times of 30 minutes.

RESUMEN

En la evaluación y valoración del clima de ruidos en exteriores, sobre todo en espacios urbanos, se utilizan una serie de parámetros que describen las distintas situaciones de los niveles de ruido que se producen. En el trabajo que presentamos se hace un estudio de las correlaciones entre los parámetros L_{eq} , L_{max} , L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} a partir de datos obtenidos en medidas realizadas de forma continua durante varios días en 5 puntos distintos de una ciudad con tiempos de muestreo de 30 minutos.

INTRODUCCIÓN

Como se puso de manifiesto en múltiples estudios que se vienen efectuando para conocer y tratar de controlar los niveles de ruido en distintos ambientes urbanísticos, tanto interiores como exteriores, desde hace algún tiempo y con especial énfasis, por la problemática que se plantea, desde fechas más recientes, las fuentes principales de ruido en las ciudades son el tráfico rodado como fuente predominante en general, o de forma más amplia los transportes, pero también son importantes otras fuentes como los lugares de ocio, las actividades industriales, el movimiento ciudadano, desplazándose a los lugares de compra, las atracciones festivas, deportivas y culturales, etc. La inmisión de ruido en un punto es el resultado de la aportación de las diferentes fuentes que concurren en las cercanías del punto y uno de los problemas que se plantea en la actualidad a la hora de confeccionar los mapas estratégicos de ruido, es conocer la aportación de cada fuente con el fin introducirlo en un modelo y con ello poder realizar una evaluación de los niveles mediante modelos apropiados y que respondan con cierta fidelidad a los valores reales que se producen. Los índices L_{den} y L_{night} que se definen en [1] la **DIRECTIVA 2002/49/CE** y [2] **Ley del Ruido**, como parámetros principales para

definir la molestia del día (24h) y del periodo nocturno, respectivamente, pueden ser medidos o calculados prestando especial atención a los cálculos dado que realizar la medida durante periodos de tiempo largos y en muchos puntos, es difícil de conseguir desde un punto de vista operativo. También ocurre que estos índices, por dar idea del nivel de ruido del promedio de niveles en el caso del L_{night} y con penalizaciones para los intervalos de tarde y noche en el caso L_{den} , son índices globales y no dan idea de situaciones particulares de la evolución del ruido. El conocimiento de otros parámetros que caractericen los ambientes y complementen la información, es importante a la hora de cualificar estos ambientes. Así por ejemplo, los valores de los percentiles pueden ser unos instrumentos útiles para este propósito. Es el caso del L90 para estimar el ruido de fondo, o el L50 para dar idea del ruido medio y del L10 para caracterizar si la evolución del ruido es muy crestada o por el contrario varía poco su nivel.

ESTRATEGIA DE MUESTREO Y TOMA DE DATOS

Los datos analizados son los valores de las medidas realizadas para elaborar el mapa de ruidos de Valladolid 2002 [3] y [4]. En este trabajo se realizaron medidas en continuo de varios parámetros (Leq, Lmax, L10, L50, L90, Lmin, todos ellos en dB(A)), en 5 puntos estratégicamente repartidos por la ciudad, siendo el intervalo de tiempo de muestreo 30 minutos. La selección de los puntos se efectuó intentando abarcar distintas contribuciones de las fuentes. De esta forma uno de los puntos, punto 1, estaba influenciado casi exclusivamente por el tráfico rodado [5]. En otro, punto 2, concurría un tráfico rodado muy moderado con el paso de los trenes por las cercanías. El punto 3 se situó en la zona centro con el fin de tener en cuenta las actividades propias de los espacios centro de una ciudad que son bastante diferentes de los espacios en barrios periféricos sobre todo en fin de semana que es cuando aparecen con más insistencia otras fuentes distintas de las del tráfico por ser lugar frecuentado por el ciudadano para acudir a los lugares de ocio, o representaciones teatrales, o de paseo de la gente hacia centros comerciales, etc. El punto 4 está situado dentro de la ciudad pero en un punto más bien periférico donde la fuente de ruidos es casi exclusivamente el tráfico. El punto 5 está situado cerca de una Comisaría de Policía y es un lugar de tránsito mixto de conexión interior de la ciudad y también de salida entrada pero de vehículos ligeros o semipesados principalmente.

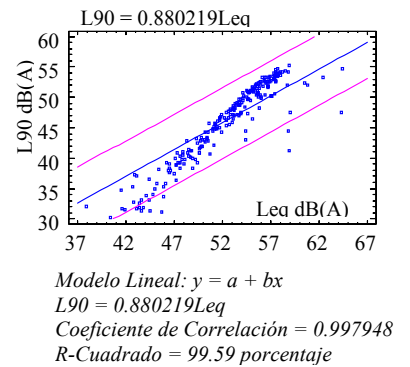
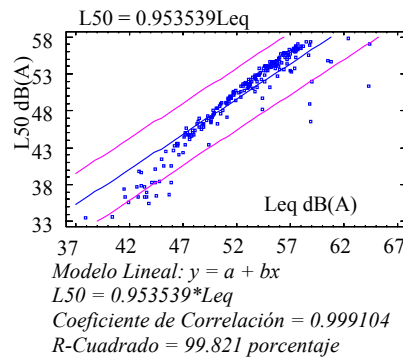
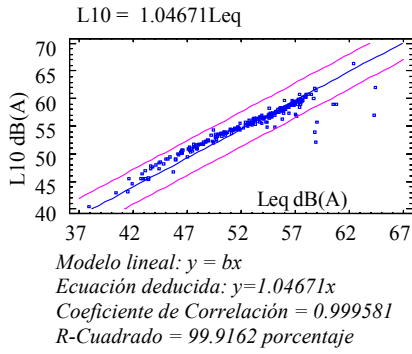
ANÁLISIS DE LOS DATOS

Lo que intentamos en este estudio es analizar la correlación entre los diferentes parámetros medidos simultáneamente y por tanto cuando son producidos por las mismas fuentes en el mismo instante. La metodología seguida para el estudio consistió en evaluar la correlación los datos obtenidos para los parámetros en cada punto con el fin de estimar cuánto de los otros parámetros es explicado por el parámetro Leq. Su asentamiento teórico arranca con un análisis de regresión realizado con el software Statgraphics para expresar la estructura funcional de la relación existente entre las variables ajustando, de la mejor forma posible, a una curva la nube de puntos dada por los pares de valores de las dos variables. El coeficiente de correlación mide la calidad de ese ajuste.

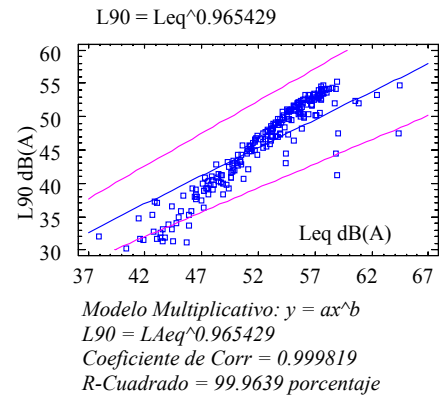
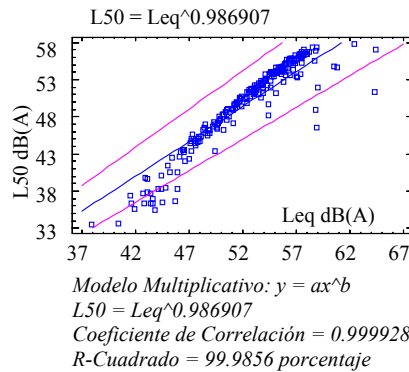
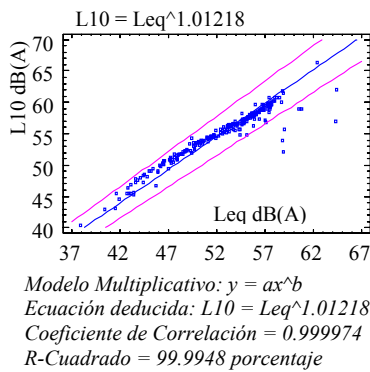
En el caso de regresión lineal, el criterio para cualificar la bondad del ajuste tomamos el coeficiente de correlación lineal de Pearson r . Cuánto más próximo esté r a 1 o -1 mejor será dicha relación lineal. Sin embargo, dado que este coeficiente no nos sirve como criterio para decidir si existe otro tipo de relaciones (exponencial, polinomial...), tomamos el parámetro denominado R^2 (R -cuadrado) que nos mide el error que cometemos al aproximar la variable "y" con los valores predichos con el ajuste (este error se denomina residual). R^2 toma valores entre 0 y 1, de manera que cuanto más cercano esté a 1 mejor será el ajuste. Por tanto los parámetros estadísticos que vamos a seleccionar para decidir sobre la bondad del ajuste van a ser r y R^2 expresado este último en forma de porcentaje.

Correlación Entre Parámetros en el Punto 1

Correlación de tipo lineal frente a Leq

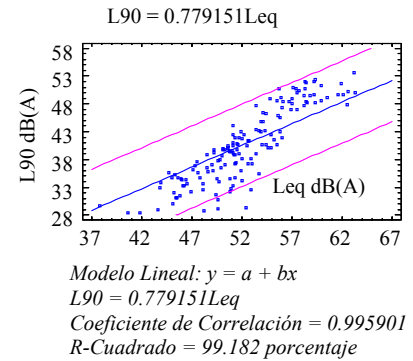
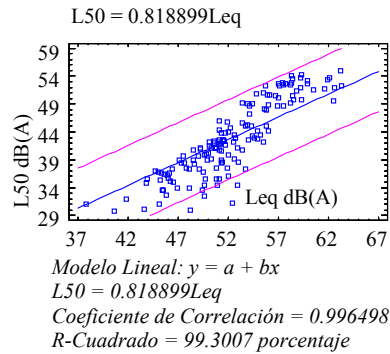
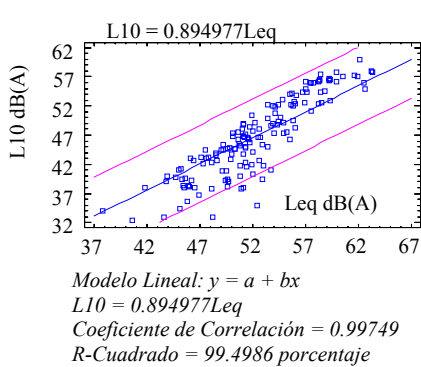


Correlación de tipo potencial frente a Leq

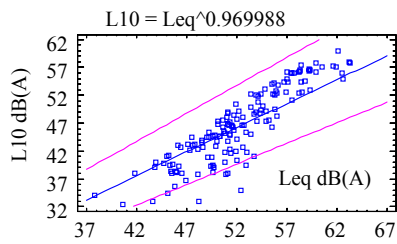


Correlación Entre Parámetros en el Punto 2

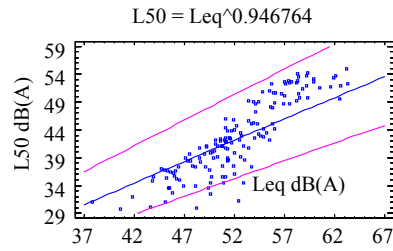
Correlación de tipo lineal frente a Leq



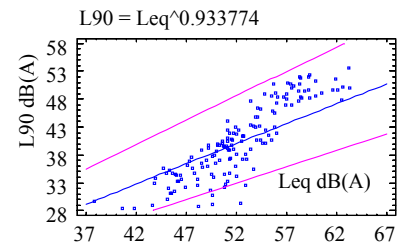
Correlación de tipo potencial frente a Leq



Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L10 = Leq^{0.969988}$
 Coeficiente de Correlación = 0.999801
 R-Cuadrado = 99.9602 porcentaje



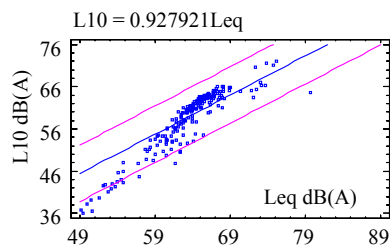
Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L50 = Leq^{0.946764}$
 Coeficiente de Correlación = 0.999713
 R-Cuadrado = 99.9426 porcentaje



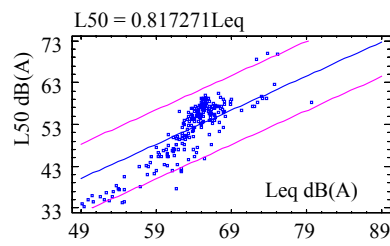
Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L90 = Leq^{0.933774}$
 Coeficiente de Correlación = 0.99965
 R-Cuadrado = 99.93 porcentaje

Correlación Entre Parámetros en el Punto 3

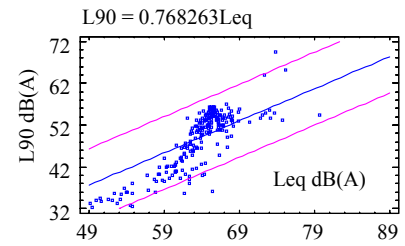
Correlación de tipo lineal frente a Leq



Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L10 = 0.927921Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.998374
 R-Cuadrado = 99.675 porcentaje

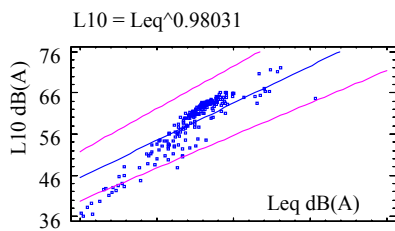


Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L50 = 0.817271Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.996811
 R-Cuadrado = 99.3632 porcentaje

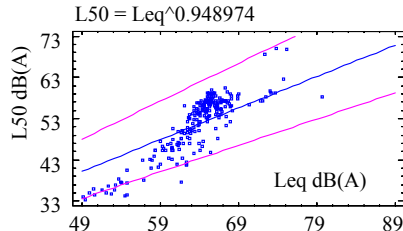


Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L90 = 0.768263Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.995996
 R-Cuadrado = 99.2008 porcentaje

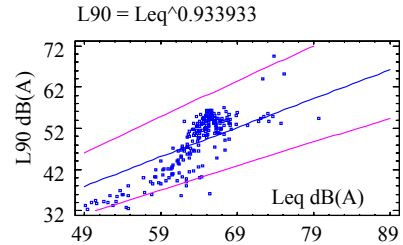
Correlación de tipo potencial frente a Leq



Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L10 = Leq^{0.98031}$
 Coeficiente de Correlación = 0.999866
 R-Cuadrado = 99.9732 porcentaje



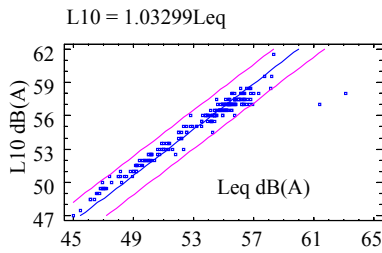
Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L50 = Leq^{0.948974}$
 Coeficiente de Correlación = 0.99974
 R-Cuadrado = 99.948 porcentaje



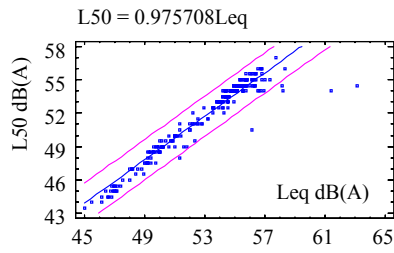
Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L90 = Leq^{0.933933}$
 Coeficiente de Correlación = 0.999676
 R-Cuadrado = 99.9351 porcentaje

Correlación Entre Parámetros en el Punto 4

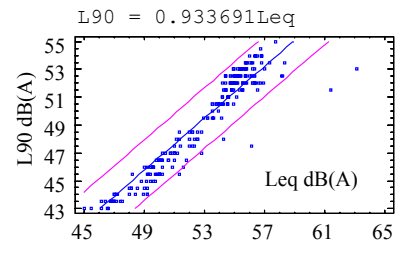
Correlación de tipo lineal frente a Leq



Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L_{10} = 1.03299Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.999871
 R-Cuadrado = 99.9743 porcentaje

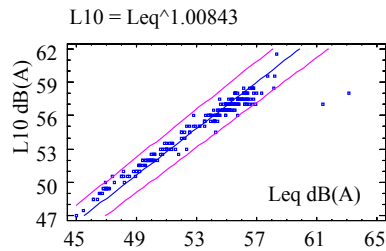


Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L_{50} = 0.975708Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.999844
 R-Cuadrado = 99.9688 porcentaje

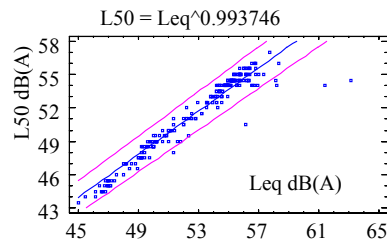


Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L_{90} = 0.933691Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.999754
 R-Cuadrado = 99.9507 porcentaje

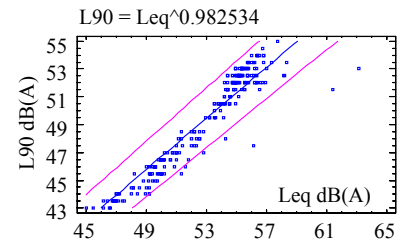
Correlación de tipo potencial frente a Leq



Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L_{10} = Leq^{1.00843}$
 Coeficiente de Correlación = 0.999992
 R-Cuadrado = 99.9984 porcentaje



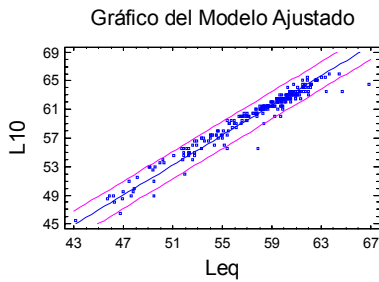
Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L_{50} = Leq^{0.993746}$
 Coeficiente de Correlación = 0.999991
 R-Cuadrado = 99.9982 porcentaje



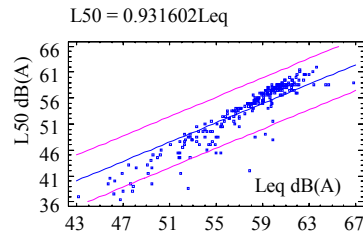
Modelo Multiplicativo: $y = ax^b$
 $L_{90} = Leq^{0.982534}$
 Coeficiente de Correlación = 0.999984
 R-Cuadrado = 99.9968 porcentaje

Correlación Entre Parámetros en el Punto 5

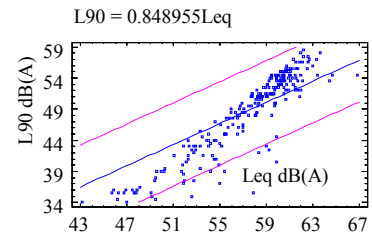
Correlación de tipo lineal frente a Leq



Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L_{10} = 1.04352Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.999871
 R-Cuadrado = 99.9743 porcentaje

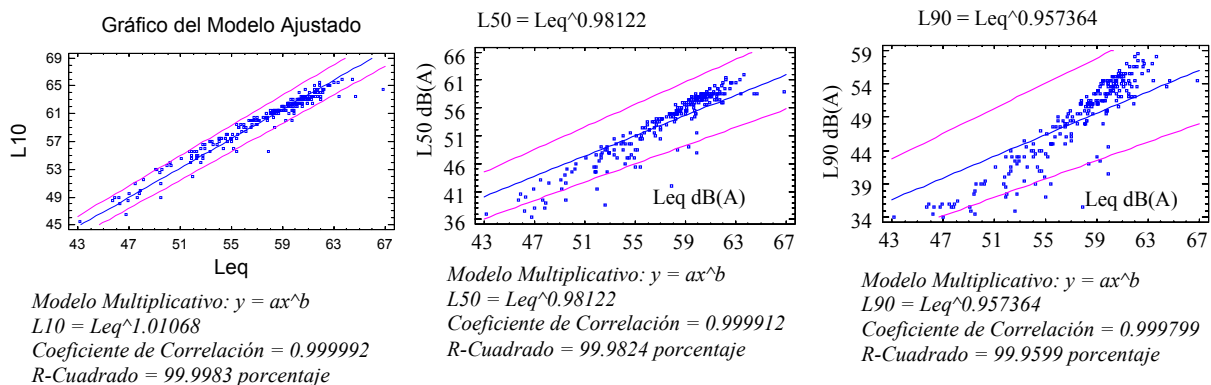


Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L_{50} = 0.931602Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.99892
 R-Cuadrado = 99.7841 porcentaje



Modelo Lineal: $y = a + bx$
 $L_{90} = 0.848955Leq$
 Coeficiente de Correlación = 0.997603
 R-Cuadrado = 99.5211 porcentaje

Correlación de tipo potencial frente a Leq



ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las gráficas que se acompañan solo se representan las funciones para los parámetros L10, L50 y L90 frente al Leq, como parámetros más utilizados habitualmente en este tipo de estudios, pero el análisis también se hizo para el Lmax y Lmin. De igual forma cabe indicar que aquí solo exponemos los ajustes del tipo lineal y del tipo potencial pero se ensayaron otras varias del tipo exponencial, logarítmico, polinómico y con exponentes fraccionarios pero solo hemos representado las indicadas. Se ha hecho una comparación entre ellas y analizando los estadísticos correspondientes, los que adjuntamos y otros más encontramos que en general el mejor ajuste se obtiene tomando la función $y = x^b$. A partir de los estadísticos encontramos que el Leq explica, con un alto grado de significación, los valores de los otros parámetros pero de unos más que de los otros y también se aprecia diferencia de unos puntos a otros. Observando los parámetros vemos que conforme el subíndice del percentil se hace menor el ajuste es mejor. De esta forma el valor del L10 lo explica en porcentajes que superan los 99.9 por ciento llegando en algunos puntos a superar el 99,998. Sin embargo para el caso del L90 los porcentajes descienden aunque en valores superiores al 99%.

Por otra parte si comparamos los valores obtenidos en los distintos puntos observamos que existen diferencias significativas que ponen de manifiesto que la correlación entre los parámetros depende sustancialmente de cual sea la fuente principal de ruidos. Habíamos comentado, al describir los puntos, que algunos estaban más influenciados que otros por el tráfico rodado. Fijémonos en los puntos 2 y 4. En el punto 2 no había mucho tráfico, siendo importante el tráfico ferroviario, mientras que en el punto 4 el ruido era casi exclusivo del tráfico. El R- Cuadrado de este punto 4 es de 99,9984 para el parámetro L10, mientras que para el mismo parámetro del punto 2 el valor es 99.96. Ello nos indica que cuando la fuente principal es el tráfico rodado, los parámetros estadísticos percentiles tienen mucha relación con el Leq.

Sin embargo, cuando la inmisión de ruido en el punto es consecuencia de la contribución de otras fuentes fluctuantes, distintas de las del tráfico rodado, con instantes de ruido elevado seguido de intervalos más silenciosos, el Leq es relativamente alto mientras que los percentiles no alcanzan altos niveles por producirse los niveles de sonido altos con poca duración.

CONCLUSIONES

Las conclusiones principales que podemos deducir del estudio realizado podemos resumirlas en la obtención de una relación de tipo potencial muy significativa entre los valores de los parámetros Lmax, L10, L50, L90, Lmin frente al Leq como función que mejor se ajusta. El ajuste es más significativo para los parámetros percentiles de índice "n" menor. También se ha encontrado que el ajuste es tanto más satisfactorio cuanto más predomine la fuente de ruidos tráfico rodado. Este tipo de relaciones permite estimar los valores de otros parámetros a partir de los valores del Leq como parámetro principal a la hora de cualificar los ambientes. Mediante estas relaciones se puede también deducir el Leq si se conocen los valores de los otros parámetros.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este estudio se efectuó con la ayuda económica aportada por el Proyecto de Investigación del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007 de referencia: BIA2004-07102-C03-03.

BIBLIOGRAFÍA

[1] *Directiva 2002/49/CE del Parlamento europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*

[2] *Ley Nacional (Ley 37/2003) de 17 de noviembre, del Ruido y el Real Decreto 1513/2005*

[3] J. González; M. Machimbarrena; J.I. Sánchez. *“Estudio comparativo de modelos predictivos de ruido para tráfico rodado”*. 34º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica, EAA Symposium. Tecniacústica 2003. Bilbao (España), noviembre 2003.

[4] J. González; M. Machimbarrena; J.I. Sánchez. *“Mapa de ruidos de Valladolid 2001-2002”*. *Mapa de ruidos de Valladolid 2002*. 34º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica, EAA Symposium. Tecniacústica 2003. Bilbao (España), noviembre 2003.

[5] J. González ; T. Lorenzana ; M. Machimbarrena ; A. Tarrero ; M.A: Martín . *“Contribución al estudio del modelo de ruidos para tráfico rodado”*. Revista de Acústica Vol. 35; ISBN: 84-87985-08-4. Madrid 2004