

RESULTADOS DE MAPAS ACÚSTICOS CON DOS DIFERENTES SOFTWARE. I – RESULTADOS GLOBALES

PACS: 43.58.Ta

Aramendia, E.; Nagore, I.; San Martin, R.; San Martin, M.L.; Arana, M.
Laboratorio de Acústica. Departamento de Física
Universidad Pública de Navarra.
Campus de Arrosadia,
31006. Pamplona. Spain
Tel: 948 169 568
Fax: 948 169 565
E-mail: marana@unavarra.es

ABSTRACT

Different packages are available to develop acoustic maps by computational methods. Although the used model could be identical, the implemented algorithms give rise to certain differences in the results. Still more, the high number of involved variables (searching distance, order and number of reflections, activation or not of lateral diffraction, etc.) and their influence based on the urban configuration, causes that the knowledge of the physical-acoustic principles are of high-priority than those related to the programming skills at the time of selecting the figures of such variables. In the present work, differences obtained for two very different areas (urban area-with multiplicity of buildings and streets- on the one hand and opened area on the other one) evaluated from two programs are shown. Even though both the ground terrain model and the calculation parameters have been the same in both programs many differences remain. In this first part both the urban and calculation configurations as well as the global results will be shown.

RESUMEN

Existen diferentes paquetes en el mercado para elaborar mapas acústicos por métodos computacionales. Aunque los modelos utilizados sean idénticos, los algoritmos de implementación dan lugar a ciertas diferencias en los resultados. Todavía más, el elevado número de variables involucradas (radio de búsqueda, orden y número de reflexión, activación o no de difracción lateral, etc.) y su influencia en función de la configuración urbana, hacen que el conocimiento de los principios físico-acústicos sean prioritarios a los propios de programación a la hora de seleccionar el valor de tales variables. En el presente trabajo se muestran las diferencias obtenidas para dos muy diferentes tramas (urbana, con multiplicidad de edificios y calles, por una parte y zona abierta, por otra) obtenidas con dos programas. Aunque tanto el modelo del terreno como las configuraciones de cálculo han sido equivalentes en ambos programas, se mantienen múltiples diferencias. En esta primera parte se mostrarán las configuraciones urbanas y de cálculo así como los resultados globales.

1. INTRODUCCIÓN

Tras la aprobación de la Directiva Europea para la evaluación y gestión del ruido ambiental [1] y la Ley 37/2003, del ruido [2] se están popularizando los programas de cálculo para la elaboración de mapas acústicos. Dos de los programas comerciales más extendidos para la elaboración de tales

mapas computacionales son SoundPLAN [3] y CadnaA [4]. En términos generales, los programas de cálculo implementan algoritmos para evaluar los niveles sonoros en una malla del área de cálculo determinada por el usuario siguiendo los modelos de cálculo oficiales. Por ejemplo, para el tráfico rodado, el método de cálculo recomendado por el RD 1513/2005 [5] es el método nacional de cálculo francés [6]. Por supuesto, se requiere la introducción de un modelo digital del terreno con todos los elementos que pueden influir en los niveles sonoros: fuentes de ruido, edificios, características acústicas de las superficies, etc.. Los programas permiten que el usuario fije los valores de los múltiples parámetros que definirán la precisión del cálculo, precisión que debe conjugarse con el tiempo necesario para el mismo. A partir de ahí, el proceso se vuelve “opaco” para el usuario y el programa evalúa el mapa de ruido con sus algoritmos implementados. Sin un conocimiento profundo de la influencia de los procesos acústicos involucrados (reflexión, difracción, absorción, etc.) así como de un mínimo conocimiento de los algoritmos implementados, no es sencillo reconocer la precisión de los resultados obtenidos, a pesar de que no pocos usuarios creen que la precisión es total, dado que uno de los parámetros de los programas así parece indicarlo.

Con el objeto de realizar una comparativa entre los programas citados se han diseñado 2 situaciones. La primera de ellas se corresponde con un tramo de la Ronda Este de Pamplona en el que apenas hay obstáculos que no sean el terreno para todo el área de cálculo, así como algunas construcciones aisladas. La segunda se corresponde con una sección del barrio de Iturrama, también en Pamplona. Esta segunda situación representa un tramado típico en zona urbana. En el primer caso se ha tomado un área de cálculo de 400 x 800 m y en el segundo de 400 x 400 m con rejilla, en ambos casos de 10 x 10 m. Las fuentes de ruido fueron únicamente fuentes lineales de tráfico calculadas con el modelo francés, NMPB-96 para condiciones meteorológicas homogéneas en el caso de la Ronda Este y con un 50% de condiciones favorables en el caso de la sección de Iturrama. En la primera situación se obtuvieron diferencias pequeñas para la gran mayoría de los puntos con algunas excepciones puntuales en puntos interiores a edificios. Para el segundo caso y con el fin de extraer conclusiones de la influencia de los diferentes objetos en la precisión de los resultados se han realizado restas aritméticas de mallas por capas. Se plantea de esta forma un estudio independiente de las diferencias entre los programas para un mapa de carreteras sin obstáculos en un plano horizontal y para el mismo mapa habiendo introducido los edificios o el terreno pudiéndose extraer los incrementos de diferencias debidos a dichos objetos.

2. CONFIGURACIONES DE CÁLCULO

Una de las preguntas que se plantean a la hora de realizar la comparativa es: ¿Para que configuración de parámetros se realiza la comparativa?. Existen multitud de parámetros de cálculo en ambos programas. A su vez hay que tener en cuenta que algunos de ellos no son estrictamente equivalentes. En el presente trabajo se utilizó únicamente una configuración de cálculo equivalente con los siguientes parámetros (Tabla 1):

Tabla 1. Configuración de cálculo

Parámetros	SoundPLAN	CadnaA
Segmentación fuentes lineales	Paso angular=2	Factor Raster = 0.5
Nº de reflexiones	1	1
Profundidad de reflexión	2	No configurable = ISO 9613-2 = 2
Máximo Radio de Búsqueda	2000	2000
Permitir Difracción vertical	Si	Algunos objetos
Tolerancia (Error Maximo)	0	0
Interpolación de malla	1	No
Cálculo de puntos dentro de edificios	1	Exclusión Edificios
Todas las absorciones	0.1 (= 0.5dB)	0.1 (= 0.5dB)
Radio de búsqueda superficies reflectantes e Interpolación	No	Si → R = 200 Interpolación > 1000m y <1m

Los anteriores parámetros se han elegido según los siguientes criterios:

El parámetro que cuantifica la segmentación de fuentes lineales en fuentes puntuales equivalentes es diferente en SoundPLAN y CadnaA. Se ha elegido Factor Faster 0.5, siendo este el máximo

permitido según ISO 9613-2 [7], siendo a su vez un buen compromiso entre tiempo de cálculo y precisión. Para la elección del paso angular se tuvo en cuenta que los errores fuesen equivalentes en el cálculo de una fuente lineal recta infinita [8]. CadnaA no permite la configuración de la profundidad máxima de reflexión mediante un parámetro; según esto, la única opción fue utilizar 2 como máxima profundidad de reflexión en SoundPLAN. En el caso de la difracción vertical los parámetros no son exactamente equivalentes ya que CadnaA no permite realizar el cálculo de la difracción lateral para todos los objetos. Sin embargo, la incidencia de este parámetro en los resultados es mínima. El parámetro interpolación de malla 1 en SoundPLAN es equivalente a no realizar interpolación de malla. Una de las diferencias más importantes en la configuración de cálculo de los programas está relacionada con el cálculo inevitable de puntos dentro de edificios. No existe posibilidad de realizar una configuración equivalente en este parámetro. Se han configurado ambos programas en relación a este parámetro de forma que el número de receptores dentro de los edificios sea mínimo. Como se verá más adelante las diferencias máximas encontradas han sido debidas a este parámetro. Se calculan puntos ficticios dentro de los edificios con el fin de evitar que la malla no llegue hasta el edificio. Para un caso típico de malla 10x10 metros y en el caso de que algún receptor se ubique (por la orientación de la malla con respecto a algún edificio) muy cerca de la fachada pero en el interior del edificio, puede llegar a existir un buffer paralelo a la fachada de distancia casi la mitad de la malla, en este caso 5m, en el que no existe representación de nivel.

3. RESULTADOS

3.1. Situación 1: Ronda Este.

En la fig.1 se muestran las diferencias obtenidas al realizar la resta aritmética de las mallas obtenidas con SoundPLAN y CadnaA para el mismo área de cálculo de 400 x 800 con un espaciado de malla de 10x10 a una altura de 4 m. Las diferencias representadas son proporcionales al diámetro de los círculos, diferencias negativas, y al lado de los cuadrados, diferencias positivas. Se excluyen los receptores dentro de los edificios

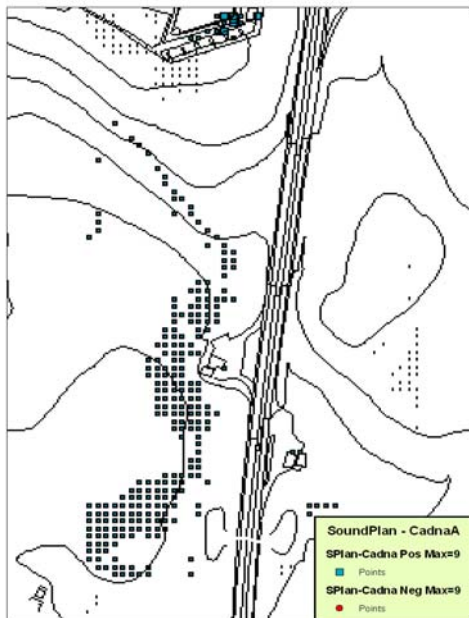


Figura 1. Diferencias SoundPlan Cadna para situación 1.

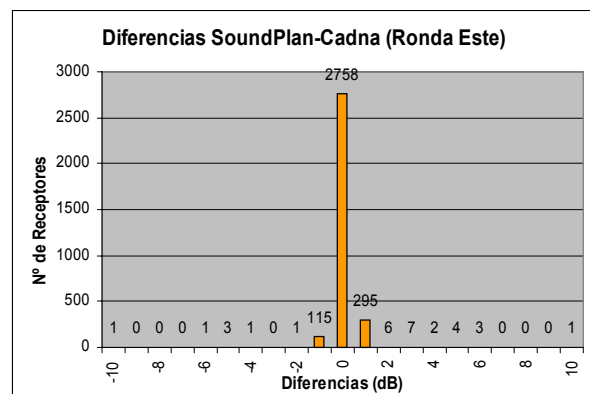


Figura 2. Histograma de diferencias SoundPLAN-CadnaA para una malla 10x10m en la Ronda Este, Pamplona. Excluidos receptores calculados por un único programa

Tabla 2. Diferencias máximas dentro de edificios

Negativas	-9.9	-5.7	-5.4	-5.2	-4.7	-9.9
Positivas	9.8	6.5	6.2	5.6	5.4	9.8

La figura 2 muestra el histograma de diferencias (valores iguales a la resta, punto a punto, de los valores obtenidos por ambos programas) considerando solo los puntos calculados por ambos programas. Finalmente, la tabla 2 muestra las máximas diferencias obtenidas para puntos interiores.

3.2. Situación 2: Iturrama

A continuación se presentan las restas aritméticas de mallas calculadas con SoundPlan y CadnaA para las siguientes situaciones:

3.2.1.- Carreteras sin elevación

Se calculan los mapas de ruido a 4 metros de altura en el que únicamente existen carreteras sin elevación. La figura 3 muestra la diferencia de mallas entre ambos programas. La figura 4 muestra el correspondiente histograma.

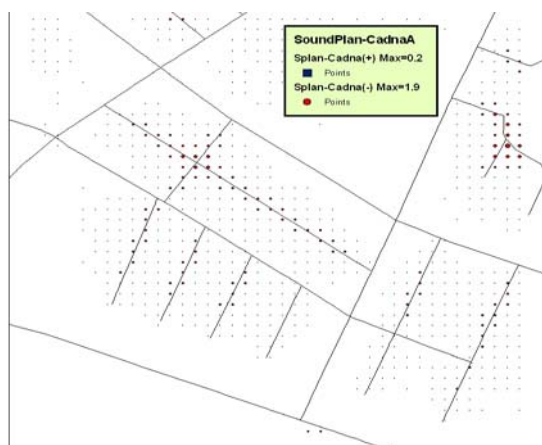


Figura 3. Diferencias SoundPLAN-CadnaA para una malla 10 x 10 m para las calles de Iturrama, Pamplona, con elevación 0.

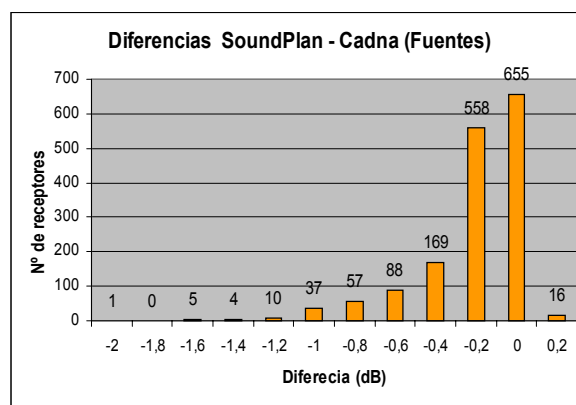


Figura 4. Histograma de diferencias SoundPLAN Cadna para una malla 10 x 10 m para las calles de Iturrama, Pamplona, con elevación 0.

3.2.2.- Carreteras con elevación

En este segundo caso, se calculan los mapas de ruido a 4 metros de altura en el que únicamente existen carreteras con elevación, es decir habiendo incluido con respecto al caso anterior el terreno a partir de las líneas y puntos topográficos, realizándose después el ajuste de las calles al terreno. En este caso se suman las contribuciones de error vistas en el caso anterior más las debidas a la influencia del terreno. Se muestran las correspondientes figuras 5 y 6

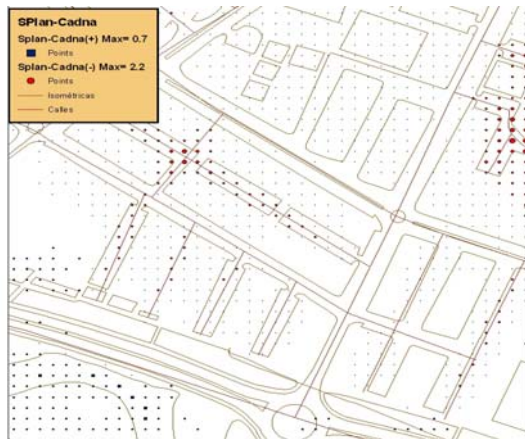


Figura 5. Diferencias SoundPLAN-CadnaA para calles con elevación

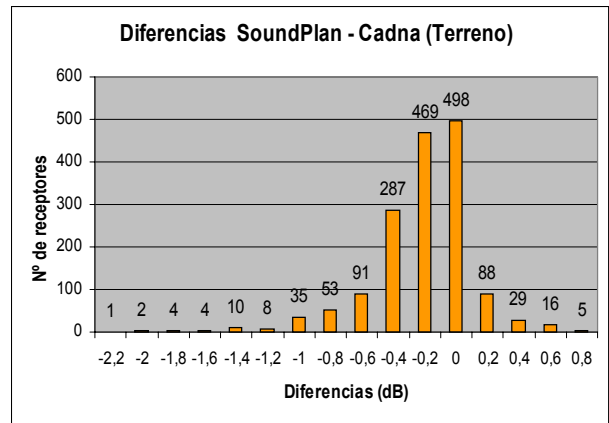


Figura 6. Histograma de diferencias SoundPLAN-CadnaA para calles con elevación.

3.2.3.- Carreteras sin elevación y edificios

En este tercer caso se calculan los mapas de ruido a 4 metros de altura para un modelo simplificado de Iturrama en el que existen carreteras sin elevación y edificios, es decir habiendo incluido con respecto al primer caso únicamente los edificios. Se muestran las correspondientes figuras 7 y 8, esta última con el histograma de diferencias



Figura 7. Diferencias SoundPlan-Cadna para una malla 10x10m, Pamplona sin elevación más edificios, excluidos receptores calculados por un único programa.

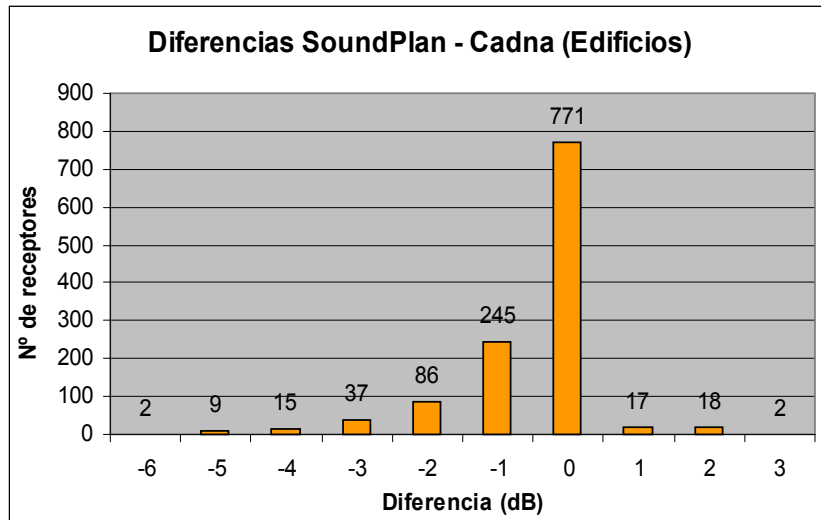


Figura 8. Histograma de diferencias SoundPLAN-CadnaA para una malla 10 x 10 m, carreteras sin elevación más edificios. Excluidos receptores dentro de edificios.

Como se muestra en la figura 7, las mayores diferencias se dan en puntos interiores de los edificios, además de en puntos muy próximos a la fachada. La figura 9 muestra el histograma de diferencias únicamente para los puntos interiores a los edificios.

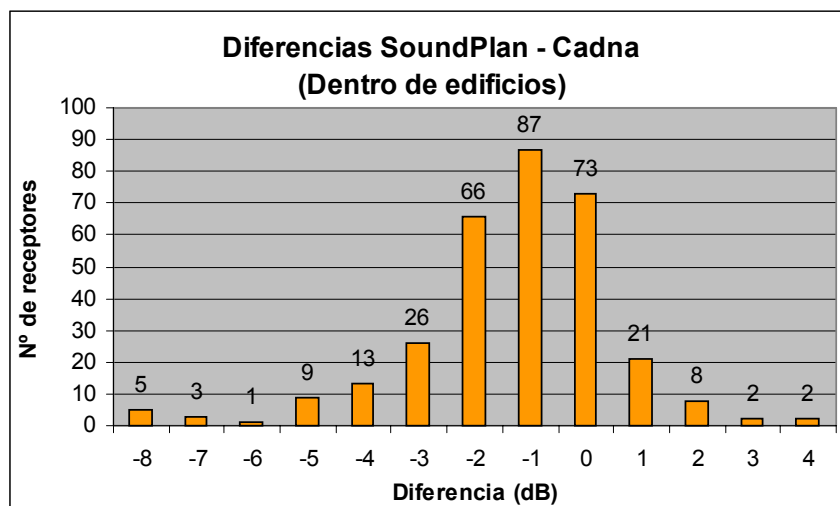


Figura 9. Histograma de diferencias SoundPLAN-CadnaA para una malla 10x10m para la zona de Iturrama, Pamplona, sin elevación más edificios. Receptores dentro de edificios.

CONCLUSIONES

Se han realizado mapas acústicos de dos zonas (área abierta y zona típicamente urbana) de tamaños 400 x 800 m y 400 x 400 m, respectivamente, con dos diferentes programas comerciales de evaluación acústica. Se ha realizado con ambos (hasta el máximo permitido) la misma configuración de cálculo. Se han mostrado las diferencias de los resultados obtenidos (resta de mallas, punto a punto) en forma global, a nivel puramente estadístico. El análisis detallado de las diferencias (objeto de la parte II del presente trabajo [9]) pondrá de manifiesto las causas de las mismas, en base a los diferentes algoritmos que ambos programas implementan.

REFERENCIAS

- [1] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
- [2] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. B.O.E. nº 276 (2003)
- [3] SoundPLAN. Wins–User’s Manual: Technical Acoustics in SoundPLAN. (2005).
- [4] CadnaA, DataKustik. Instructions for use. (2005).
- [5] REAL DECRETO 1513/2005. B.O.E. nº 301 (2005)
- [6] NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB).
- [7] ISO 9613: “Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2:General method of calculation”. (1996).
- [8] Arana, M.; Aramendia, E. “Comparison between raster factor and constant angular step in noise mapping”. Euronoise 2006. Paper 274. Tempere, Finland, (2006)
- [9] Aramendia, E.; Nagore, I.; San Martin R.; San Martin, M.L.; Arana, M. *Resultados de mapas acústicos con dos diferentes software. II – Análisis de diferencias*. Jornadas Nacionales de Acústica. Tecniacústica 2006. Gandia, Spain.