

DETECCION DE PUNTOS CONFLICTIVOS DE RUIDO AMBIENTAL MEDIANTE PROCESOS SEMI-AUTOMATIZADOS EN SIG

PACS: 43.50.Rq

Murcia Barceló, Vanesa¹; Cueto Ancela, Jose Luis¹; Hernández Molina, Ricardo¹;
Morilla Manresa, Gabriel¹; Gagliardi, Paolo¹

¹Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz

Edificio C.A.S.E.M. Campus de Río San Pedro

11510 Puerto Real. Cádiz

E-mail: vmurbar@gmail.com; joseluis.cueto@uca.es; ricardo.hernandez@uca.es;

gabremoma@hotmail.com; onerone@hotmail.it.

ABSTRACT

In the European Directive 2002/49 relating to the assessment and management of environmental noise an action plan is described like an instrument that helps to structure and prioritise noise abatement measures.

It includes maps and descriptions of the noise problems. Studies about overview mapping process showing the noise hot spots are necessary to identify noise reduction targets.

An existing GIS methodology previously used in this kind of studies has been modified in order to improve a hot spot searching tool for traffic noise. From the analysis of the method's steps that caused problems like graphic inaccuracies and non comparability of data it has been possible to find which geometry improvements determine a general solution applicable to any type of road.

RESUMEN

El objetivo de la comunicación es exponer una metodología desarrollada para la obtención de puntos de conflicto generados por el ruido de carreteras y la semi-automatización de dicho proceso de búsqueda mediante el software ArcGis.

Considerando la línea de actuación tomada en el caso concreto de la carretera GC-1 de la Isla de Gran Canaria, se realiza una mejora mediante la implementación de un algoritmo que soluciona los problemas gráficos generados por el software en tramos curvos de la vía. Así permitimos la generalización de la metodología que se puede extender a cualquier infraestructura viaria independientemente de su geometría.

INTRODUCCIÓN

Los planes de acción contra el ruido requieren de técnicas aplicadas a la gestión y control de la contaminación acústica. El primer paso en la realización de un plan de acción es la identificación de las zonas de conflicto acústico.

Este proyecto busca la mejora en las herramientas SIG habituales para la detección de los puntos de conflicto asociados a grandes infraestructuras viarias. Dichas herramientas arrastran errores de diseño que hacen dudar sobre la validez de sus resultados, por tanto su modificación se hace necesaria. Se implementa un algoritmo como solución a los problemas asociados a los tramos curvos.

Con el objetivo de aumentar la productividad, sistematizar la toma de decisiones y disminuir la probabilidad de errores, se desarrolla en la comunicación una herramienta que consiste en la automatización de los procesos de detección y jerarquización de puntos conflictivos mediante la programación en Model Builder.

DETECCIÓN DE PUNTOS DE CONFLICTO

El proceso de búsqueda de “hot-spots” se puede resumir en tres pasos:

1) Búsqueda de receptores sensibles

Para la localización de receptores sensibles anexos a las carreteras se hace necesario disponer de datos de distinta índole. Se necesita información gráfica y numérica de los edificios de la zona a tratar, de los mapas de fachada a todas las alturas y de los datos IMD de la carretera.

Una vez recopilados los datos se hace una selección de los edificios sensibles, edificios expuestos a un nivel que supera el límite establecido para los índices L_{day} , L_{night} , L_{den} según la normativa.

2) Población afectada

La distribución de las viviendas cercanas a la carretera tomada como ejemplo no es homogéneo, por tanto se hace una distinción entre sus ejes viarios que se consideran independientes desde el punto de vista geométrico aunque no lo sean acústicamente.

Se sustituyen los edificios por puntos fijos (centroides) tomándolos como identificadores de los mismos. Todo ello para eliminar los problemas que podrían surgir a la hora de asignar un edificio sólo a un sector de buffer, ya que a menor área del edificio más fácil será encuadrarlo en un solo tramo.

El área (buffer) está definida para cada lado exterior de los ejes cuya dimensión paralela a la dirección de la carretera queda fija en toda su longitud. La dimensión ortogonal del área coincide con la distancia del edificio más lejano a la autovía que está sometido a un nivel superior al límite establecido por ley.

3) Puntos de conflicto

A partir de los centroides que quedan en cada tramo se puede hallar fácilmente el número de habitantes afectados en relación a cada área, identificando así la distribución de los puntos conflictivos alrededor del eje viario y evidenciando de forma puntual eventuales criticidades.

ALGORITMO PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE LAS CURVAS

En un análisis previo de los datos obtenidos en procesos anteriores, se podían apreciar anomalías a la hora de representar gráficamente los buffers. Estos errores se producían debido a las dimensiones asignadas a los mismos. No teniendo en cuenta dichos errores, los distintos segmentos de buffer no tienen la misma área y por tanto el número de habitantes asociado a cada tramo puede llegar a ser muy diferente en muchos casos, generando una dependencia no deseada entre los resultados obtenidos y el parámetro dimensional (área del buffer).

Además, en los tramos curvos, se producía solapamiento de áreas distintas, que provocaba una asignación no unívoca de las viviendas. Nos encontramos ante datos que no se pueden comparar, es decir ante errores que en procesos anteriores no han sido tenidos en cuenta.

La solución propuesta pretende asignar distinto peso a las diferentes áreas que componen el buffer, eliminando la dependencia del parámetro área y así determinar de forma más óptima los puntos de conflicto.

Solución para el Solapamiento

El solapamiento se genera porque la longitud del buffer es mayor que el radio del círculo que aproxima el tramo de la curva. Para que no se produzca este efecto se tendría que construir un buffer teniendo en cuenta la siguiente consideración:

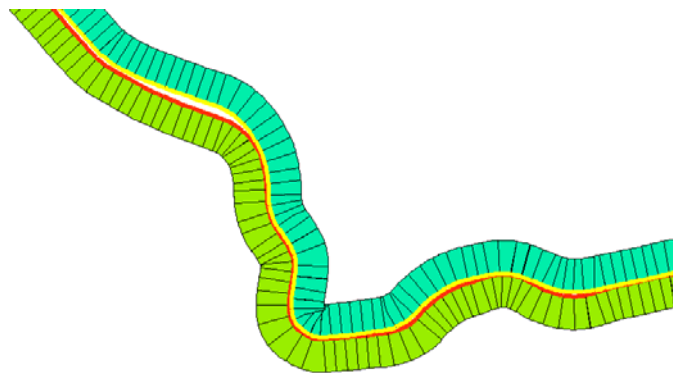
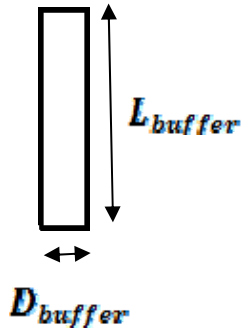


FIG 1: Ejes de la carretera GC-1 de Gran Canaria donde se produce solapamiento

$$D_{buffer} \leq L_{buffer}$$



D_{buffer} → Distancia del buffer
 L_{buffer} → Longitud del buffer
 r → Radio de la circunferencia que asemeja la curva

Además se tendrá que tener en cuenta la vivienda afectada por el índice L_{day} más alejada de la carretera, siendo lo más ajustada posible al valor de la distancia del buffer. La solución que finalmente se adoptará respetará la desigualdad anteriormente mencionada y al mismo tiempo incluirá todos los centroides afectados.

Solución para áreas distintas

Dependiendo de si el tramo curvo es cóncavo o convexo, el área ampliada y reducida en cada eje es inversa.

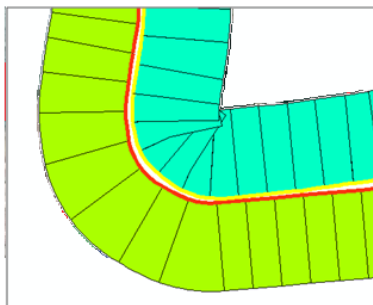


FIG 3: Tramo cóncavo

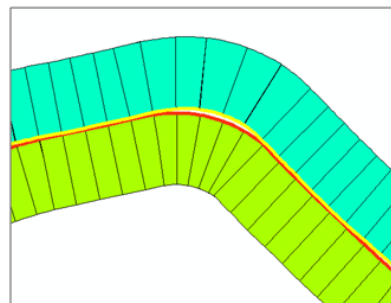


FIG 4: Tramo convexo

Para solventar este problema se procede de la siguiente manera:

- 1) Se fija un área estándar seleccionada normalmente como una de las áreas que están situadas en un tramo recto de la carretera ($L_{buffer} * D_{buffer}$).
- 2) Si el área calculada de un tramo de buffer es igual al área estándar, la población afectada en ese tramo será la que obteníamos en procesos anteriores.
- 3) Si el área calculada es mayor o menor que la estándar, aplicando la siguiente ecuación le daremos un peso a la población afectada, que depende de la extensión del buffer respecto a la superficie de referencia.

$$P_n = P_a * \left(\frac{A_s}{A_t} \right)$$

P_n : Población Normalizada
 P_a : Población Afectada
 A_s : Área Estándar
 A_t : Área Tramo

Donde el término (A_s/A_t) puede ser:

- =1 ($A_s = A_t$) → Población afectada=Población Normalizada
- <1 ($A_s < A_t$) → Población afectada > Población Normalizada
- >1 ($A_s > A_t$) → Población afectada < Población Normalizada

RESULTADOS OBTENIDOS

En la siguiente figura se puede apreciar la suma de población afectada normalizada (P_n) en cada uno de los tramos. Diferentes colores corresponden a distinta densidad de población afectada asociada a cada área y evidencian de forma visual la distribución del problema debido al ruido.



FIG 4: Población afectada normalizada

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo puntual (ver figura 5). Se han extraído dos tramos de buffer donde se indica para cada uno la suma de la población afectada (P_a), área y suma de la población afectada normalizada (P_n). Se comprueba que para una superficie de valor muy similar al área estándar (A_s) la diferencia entre la suma de población afectada y población normalizada es prácticamente nula. En el caso en que el área es prácticamente el doble del área estándar (considerada en nuestro caso 30.000 m²) y la población es la misma, el valor de la densidad de población será la mitad. Esto comporta la atribución de un menor peso al índice tomado en consideración para hallar los puntos conflictivos.

Sum_POBLAC	AREA BUFFER	POBL_NORMALIZADA
757,130000	29999,980424300	757,130494045
743,140000	49094,760872600	454,105480987

FIG 5: Comparación entre dos tramos de buffer

En realidad el problema es el mismo porque estamos ante el mismo número de habitantes afectados, pero a la hora de tomar una medida correctora la prioridad es diferente, actuando en primer lugar en el caso del área menor. Así se disminuiría el nivel de costes aportando el mismo beneficio.

En las gráficas que se muestran a continuación se aprecia por punto kilométrico el valor de la población afectada normalizada y sin normalizar. Los picos representan los "hot-spots". Como se puede apreciar los valores son prácticamente los mismos, donde la diferencia será más evidente en casos que la superficie sea muy diferente de la estándar.

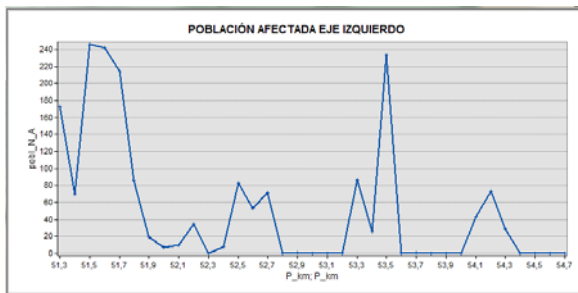


FIG 6: Población afectada normalizada (L_{day}) eje izquierdo por punto kilométrico

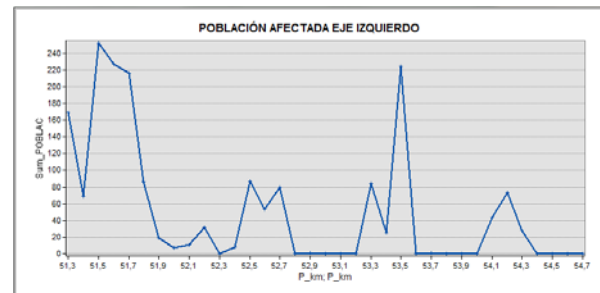


FIG 7: Población afectada (L_{day}) eje izquierdo por punto kilométrico

PROCESO SEMI-AUTOMATIZADO PARA LA DETECCIÓN DE PUNTOS DE CONFLICTO

Una nueva herramienta llamada Puntos Conflictivos permite una localización rápida y precisa de los "puntos calientes" de forma automática, mediante los pasos resumidos anteriormente. Una vez introducidos los datos de partida (que variarían con el tipo de carretera estudiada), el programa calcula para cada área el dato de población afectada. Relacionando geográficamente ese dato a la carretera es posible analizar gráficamente (ver figura 6) los resultados aislando los casos críticos.

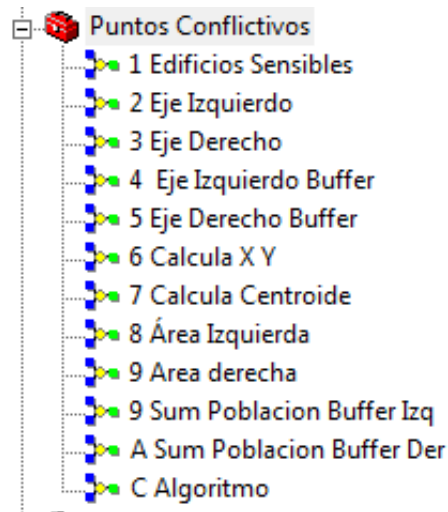


FIG 8: "Toolbox" creada para la detección de puntos de conflicto

Más en detalle el usuario responde a un cuadro de texto, donde podrá importar en cada caso el layer necesario. La herramienta creada muestra gráficamente paso por paso los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

Mediante la implementación de un algoritmo matemático en las herramientas de GIS se ha conseguido una mejora del proceso que lleva a la detección de puntos conflictivos. Este proceso, basado en la normalización del índice de población afectada distribuida en cada área, permite la comparación de los datos que antes no podían ser confrontados.

Se ha comprobado que, los cambios efectuados con esa mejora, no han producido efectos negativos sobre el parámetro más significativo de este estudio, es decir sobre la población afectada, dejando prácticamente inalterado el resultado. Además, aplicando la solución propuesta se consigue bajar el parámetro coste-beneficio relacionado con las medidas correctoras.

La ejecución de la aplicación con Model Builder implica una mejora y un ahorro de tiempo para los Ingenieros acústicos en los planes de acción. Para posteriores líneas de trabajo se deja abierta la posibilidad de automatizar la herramienta Puntos de conflicto para que se pueda realizar el proceso automático de cualquier carretera.

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. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Diario Oficial L189

[2] Ricardo Hernández y José Luis Cueto Gestión y control de la contaminación acústica: un proyecto de futuro en la Unión Europea (Parte I). IMU-Ingeniería Municipal. N 206. Madrid 2005

[3] Ricardo Hernández y José Luis Cueto Gestión y control de la contaminación acústica: un proyecto de futuro en la Unión Europea (y Parte II). IMU-Ingeniería Municipal. N 207. Madrid 2005.

[4] LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

[5] Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

[6] Detección de puntos Conflictivos de ruido ambiental mediante procesos semi-automatizados en SIG.

[7] José Luis Cueto Guía Básica de Introducción a los Planes de Acción. Máster de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz. 2009

[8] Nils-Ake Nilsson and Asa Stennam. Creating Quiet City Zones by noise charges and quiet vehicles. INTER-NOISE. Estambul. 2007

[9] PLAN DE ACCIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE CANARIAS 2008-2012 INFORME FASE 1: Definición de la estructura de desarrollo del Plan de Acción. Propuesta básica de líneas de actuación.