

MAPAS ESPECTRALES GEO-REFERENCIADOS

Accolti, E.; Miyara, F.; Marengo Rodriguez, F.; Miechi, P.; Pasch, V.; Mignini, E.; Yanitelli, M.; Cabanellas, S.

Laboratorio de Acústica y Electroacústica, FCEIA y Grupo Ruido, FAPyD. E-mail: eaccolti@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Las relaciones dosis-respuesta entre el ruido existente en ambientes urbanos y los efectos producidos en las personas han sido ampliamente estudiadas usando el nivel de presión sonora ponderado A ($L_{eq,A}$) en exteriores, parámetro que minimiza las componentes de baja frecuencia cuando en realidad son predominantes en muchos casos. Clásicamente, estos valores se presentan en forma de mapa de ruido.

En la actualidad se pueden calcular fácilmente los niveles sonoros por bandas de frecuencia con diversos métodos, sin perder la posibilidad de determinar el $L_{eq,A}$. Estos espectros permiten el cálculo de niveles atenuados físicamente por barreras o bien determinar el aislamiento necesario a fin de obtener un nivel sonoro específico en un receptor de interés. También permiten la determinación de descriptores tales como la Sonoridad y la Agudeza, de interés para la aproximación al nuevo paradigma de evaluación de ruido conocido como Paisaje Sonoro.

En este artículo se presenta un caso de estudio en el que se utilizaron recursos de bajo costo para determinar los niveles espectrales y para su presentación como “mapas espectrales”, previamente desarrollados. Se exponen algunas técnicas para incorporar esos valores en un Sistema de Información Geográfica y alternativas para presentar estos tipos de datos usando software SIG de uso y código libres.

El resultado principal de este caso de estudio es el mapa espectral exterior preliminar de un sector del área central de la ciudad de Rosario que admite múltiples formas de ser visualizado e interpretado. A pesar que la palabra “mapa” se asocia mentalmente con una imagen, la salida de los Mapas Espectrales Geo-referenciados es simplemente la estructura de datos previamente procesados.

1 Introducción

El descriptor más difundido para la evaluación de las molestias por ruido, tanto a nivel nacional como internacional, es el nivel de presión sonora ponderado A ($L_{eq,A}$) (EU Directive 2002/49/EC, 2002; Ley 1540 Pcia. de Bs As, 2005). Así, las relaciones dosis-respuesta han sido ampliamente estudiadas usando este parámetro medido en exteriores, en contraste con encuestas de campo (Schultz, 1978; Miedema, 2007) realizadas a personas que pasa la mayor parte del tiempo en interiores. No obstante, los métodos disponibles y en desarrollo para el cálculo de los mapas de ruido usan información espectral para describir las fuentes de ruido y también los caminos de propagación (FHWA TNM, 2008; ISO 9613-2, 1996; JRC Reference Report CNOSSOS, 2010).

Los sonidos de baja frecuencia predominan en las fuentes sonoras urbanas, como el tránsito, y son menos atenuados que las componentes de mayor frecuencia, por el aire, fachadas y otros objetos en el camino de propagación. Entonces, no sólo en exteriores, sino también

en interiores, las componentes de bajas frecuencias son de gran importancia. A pesar de que en baja frecuencia el sistema auditivo es menos sensible para niveles bajos, no sucede lo mismo para niveles altos. Un problema de la ponderación A es que subestima el contenido de baja frecuencia, a pesar de que el mismo es un importante factor de molestia. Los niveles sonoros espectrales no ponderados, en cambio, permiten tenerlo en cuenta.

Otra ventaja de los niveles espectrales es que, conociendo las características de la fachada y del ambiente interior, permiten estimar los niveles interiores, lo cual no es posible a partir del $L_{eq,A}$. Presumiblemente, el intervalo de confianza de las relaciones dosis-respuesta se podría reducir relacionando la respuesta de las personas con los niveles espectrales en interiores en lugar de hacerlo con el $L_{eq,A}$ exterior. Más aún, urbanistas y profesionales involucrados en el planeamiento urbano pueden usar los mapas espectrales exteriores georeferenciados para determinar el aislamiento acústico adecuado de fachadas para nuevos proyectos a fin de obtener un nivel sonoro especificado en interiores. Esta determinación no se puede hacer usando mapas basados sólo en $L_{eq,A}$.

Además, algunos descriptores de interés para el paradigma de Paisaje Sonoro¹ tal como la Sonoridad (ISO 532, 1975) y la Agudeza (Sharpness) (Zwicker et al, 2007) se pueden determinar usando información espectral y no el $L_{eq,A}$.

En este artículo se presenta un estudio de caso usando recursos económicos para determinar los niveles espectrales y algunas técnicas para incorporarlos en un Sistema de Información Geográfica. Se exponen también algunas alternativas para presentar estos tipos de datos usando software SIG de uso y código libres.

2 Metodología

2.1 Sitio de estudio

El área de estudio es una porción rectangular de la ciudad de Rosario de cuatro cuadras de lado y está delimitada por las calles Italia y Corrientes en la dirección este-oeste y las calles Córdoba y Tucumán en la dirección sur-norte. La zona es residencial y posee pequeños comercios. El pavimento es asfáltico y el tránsito está controlado por semáforos en algunas intersecciones. El tránsito está compuesto por vehículos livianos y motocicletas, y en menor medida por ómnibus y vehículos pesados.

¹ El paradigma de Paisaje Sonoro es una forma de valoración del ruido que contempla el trasfondo cultural asociado con las fuentes sonoras y su entorno tratando el sonido como un recurso en lugar de un desperdicio (Brown, 2011).

2.2 Medición

Las mediciones de la señal sonora se realizaron en base a un protocolo que incluye la grabación digital de las señales para su posterior post-proceso y el conteo simultáneo de vehículos. (Miyara et al., 2008; Miyara et al., 2010; Miyara et al., 2009; Accolti y Miyara, 2009 y 2010). A partir de registros digitales de audio, usando herramientas validadas de calibración y análisis, se obtuvieron los datos espectrales para cada punto de medición.

2.3 Geo-referenciación por medio de sistemas de información geográfica

Los datos geo-referenciados en Sistemas de Información Geográfico (GIS) son básicamente de dos tipos: raster o vectoriales. Los datos raster son dados como un archivo de imagen en el cual cada pixel representa una pequeña superficie del espacio terrestre. Los datos vectoriales pueden ser puntos, líneas o superficies referenciadas a puntos descriptos en sistemas de referencias geográficos. La infraestructura de datos espaciales IDE se define como varios GIS institucionales alineados para dar soporte a múltiples aplicaciones GIS y promover su uso (por ej. IDE Rosario, IDE Santa Fe o IDERA en la República Argentina). Generalmente proveen un servidor y herramientas online que retornan datos útiles en respuesta a consultas de clientes usando estas herramientas IDE u otras herramientas para clientes tales como el Matlab Mapping toolbox (The MathWorks, 2011) o el software GvSIG (GvSIG, 2010).

2.3.1 Datos raster y servicio de mapeo web

Se utilizó el protocolo WMS mediante el software GvSIG para acceder a los datos de la capa de parcelas, nombres de calles y dirección de calle en la zona de estudio tal. Los datos tipo raster usados fueron provistos por el servidor de la IDE Rosario².

El proceso para obtener las imágenes se llevó a cabo con dos consultas. La primera fue enviada al servidor, el cual retornó las capas disponibles. En la segunda consulta, se eligieron algunas de las capas disponibles y se definió una región espacial para el área de estudio. El servidor devuelve los datos requeridos y el tipo de sistema de referencia en los metadatos asociados, a fin de utilizar el mismo sistema para los datos a agregar (EPSG 22185).

2.3.2 Datos vectoriales y protocolo Shapefile

El protocolo Shapefile se halla bien documentado y se compone de un conjunto de al menos tres archivos. El propietario es la compañía ESRI (ESRI 1998) pero permite la traduc-

² www.rosario.gov.ar/sitio/alias/ide/index.html

ción de datos provenientes de otras compañías y en la actualidad es una norma de facto entre los softwares y agentes GIS. Este protocolo permite el almacenamiento de datos vectoriales. En este caso, las características son puntos y los atributos son los niveles de bandas de tercios de octava. Se usó este protocolo vía Matlab Mapping Toolbox para componer los resultados asignando una referencia geográfica a los niveles determinados. Se diseñaron algunas capas geográficas asociadas a los niveles espectrales usando una capa previa que contiene los puntos centrales de cada calle (Accolti et al., 2011).

2.3.3 Resolución para la presentación de resultados

Se reportaron en mapas espectrales georeferenciados los valores de dos tipos de variables: las relacionadas con el georeferenciamiento y las variables nivel de bandas de frecuencias. Estas variables deben ser discretizadas y el tamaño de intervalo usado en cada escala fija su resolución.

La versión 1987 de la norma ISO 1996-2 presenta una definición de colores asociada con un rango de 5 dB de L_{eq} desde menos de 35 dB hasta 85 dB (WG-AEN, 2008).

3 Resultados

A pesar que la palabra “mapa” se asocia mentalmente con una imagen, la salida de los Mapas Espectrales Georeferenciados es simplemente la estructura de datos previamente procesados. En esta sección se presenta una salida gráfica pero la salida verdadera consiste en los datos estructurados, en este caso, siguiendo el protocolo Shapefile.

El resultado es, en este caso, el mapa espectral exterior de una parte de la ciudad de Rosario que admite múltiples formas de ser visualizado e interpretado. En el artículo Accolti et al., 2011 se evalúan distintas formas de presentación de resultados, treinta y un mapas por bandas de 1/3 de octava, nueve mapas por bandas de 1/1 octava o por tres mapas; uno de frecuencias bajas, uno de frecuencias medias y otro de frecuencias altas. En el presente artículo se agrega otra posibilidad que es directamente mostrar los espectros de 1/3 de octava en puntos discretos de un único mapa.

En la Figura 1 se muestra el espectro para un punto específico en la forma que podría ser devuelto por un servidor que contenga la capa generada en este artículo.

4 Observaciones y Conclusiones

Los mapas de 1/1 resultan más adecuados para la visualización en comparación con los de 1/3 ya que permiten una primera evaluación en forma más rápida que mapas de mayor deta-

lle. De todas formas el contar con una capa de datos ofrece la posibilidad de contar con muchos más detalles bajo demanda para algún punto en particular. Una gran ventaja del trabajo con mapas espectrales es que se puede calcular el espectro en interiores si se dispone de datos georeferenciados de las fachadas e interiores o, recíprocamente obtener las características acústicas de fachadas e interiores para alcanzar determinado objetivo de calidad acústica. Esto tiene un impacto positivo en la planificación urbana.

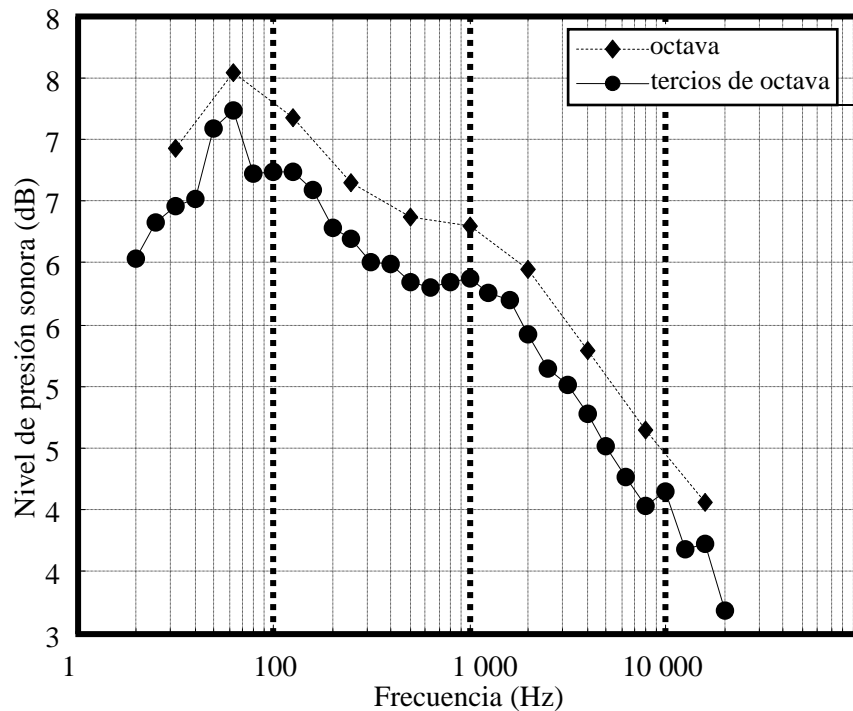


Figura 1: Espectro de bandas retornado para un punto localizado en la calle Presidente Roca.

No sería costoso evitar las desventajas del uso indiscriminado del $L_{eq,A}$ para representar la situación acústica ambiental en el caso de modelos conocidos de mapas que trabajan internamente con datos espectrales (NORD2000, CNOSSOS-EU) pero que finalmente no son mostrados. Simplemente se debería generar una capa GIS con los datos espectrales antes de convertirlos en $L_{eq,A}$. Luego, trabajos futuros pueden incluir herramientas para software GIS de uso libre que calculen un mapa de $L_{eq,A}$; de sonoridad o de agudeza, por ejemplo.

Referencias

- Accolti, E.; Miyara, F; Marengo-Rodriguez, F. A.; Miechi, P.; Mignini, E.; Pasch, V.; Cabanellas, S. Yanitelli, M. "Georeferenced spectral maps. An improved instrument for action planning on environmental noise mitigation" Tecniacústica 2011
- Environmental Systems Research Institute, Inc., "Shapefile Technical Description" 1998.

- EU Directive 2002/49/EC of the European parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Official Journal of the European Communities L 189/12, 2002.
- FHWA. Federal Highway Administration “Traffic Noise Model” Department of transportation USA, 2008.
- ISO 532-1975. Acoustics - Method for calculating loudness level.
- ISO 9613-2-1996 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation.
- JRC Reference Report. “Common Noise Assessment Methods in EU” Draft Version, 2010.
- Ley 1540 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Control de la Contaminación Acústica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Boletín Oficial 2111, 2005.
- Miedema H. “Annoyance Caused by Environmental Noise: Elements for Evidence-Based Noise Policies” Journal of Social Issues, 63(1): 41–57, 2007.
- Miyara, F.; Cabanellas, M.; Pasch, V.; Yanitelli, S.; Accolti, E.; Miechi, P. “Contrastación de algoritmos de análisis de espectro sonoro con un instrumento normalizado” 1^{as} Jornadas Regionales de Acústica AdAA, Rosario, Argentina. A032, 2009.
- Miyara, F.; Miechi, P. Pasch, V.; Cabanellas, S.; Yanitelli, M.; Accolti, E. “Estabilización del espectro del ruido de tránsito” VI Congreso Iberoamericano de Acústica (FIA2008), Bs As, Argentina, A033, 2008.
- Miyara F.; Accolti, E.; Pasch, V., Cabanellas S., Yanitelli M., Miechi P., Marengo-Rodriguez F., Mignini E. “Suitability of a consumer digital recorder for use in acoustical measurements” Proceedings of the 39th INTER-NOISE. Lisbon, Portugal. 933, 2010.
- Schultz, T. “Synthesis of social surveys on noise annoyance” Journal of the Acoustic Society of America 64(2): 377–405, 1978.
- The MathWorks, Inc. “Mapping Toolbox™ User’s Guide” 2011.
- WG-AEN European Environment Agency Working Group on the Assessment of Exposure to Noise. “Position paper: Presenting noise mapping information to the public” 2008.
- Zwicker, E.; Fastl, H. “Psychoacoustics: Facts and Models” Springer, Berlin, 2007.