

# Modelo de propagación del ruido producido por el tránsito vehicular en la Universidad Central

## Propagation model of noise produced by vehicle transit at Universidad Central

Paula Natalia Pineda Sáenz<sup>1</sup>, Leidy Johana Ortiz Navarro<sup>2</sup>, Yuly Daniela Peña<sup>3</sup>, Lizeth Tatiana Ariza Luna<sup>4</sup> y Jaime Andrés Fajardo Rodríguez<sup>5</sup>

### Resumen

El presente estudio analiza el impacto acústico de fuentes móviles y fijas en el entorno de la Universidad Central y las problemáticas que genera en la población allí asentada. Se recolectaron datos de campo, se efectuó un análisis estadístico descriptivo y se realizó una simulación en el programa SoundPLAN para definir el comportamiento de las ondas sonoras producidas por las fuentes mencionadas. Se reconocieron diferentes receptores afectados por los altos niveles de ruido y se determinó que estos sobrepasaban los estándares permitidos por la normatividad ambiental para Colombia (Resolución 627 del 2006). Finalmente, se diseñó un plan

de acción con medidas de prevención y corrección para mitigar los efectos de esta problemática en las personas vulnerables.

**Palabras clave:** niveles de ruido, estándares permisibles de ruido, SoundPLAN, impacto acústico, mapas de ruido.

### Abstract

This study analyzes the acoustic impact of both mobile and fixed sources in the surroundings of Universidad Central and the problems caused to the population settled there. Data were collected, a descriptive statistical analysis was carried out, and a simulation using the SoundPLAN

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo electrónico: ppinedas@ucentral.edu.co.

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo electrónico: lortizn1@ucentral.edu.co.

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo electrónico: ypenap@ucentral.edu.co.

<sup>4</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo electrónico: larizal@ucentral.edu.co.

<sup>5</sup> Ingeniero ambiental y candidato a magíster en Modelamiento y Simulación de la Universidad Central. Docente catedrático del Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo: jfajardor@ucentral.edu.co.

software was conducted to determine the behavior of the sound waves produced by the sources mentioned above. Different receptors affected by high noise levels were recognized, and it was determined that these exceeded the standards allowed by the environmental regulations for Colombia (Resolución 627 de 2006). Finally, an

action plan was designed with preventive and corrective measures to mitigate the effects of these problems in vulnerable people.

**Keywords:** noise levels, permissible noise standards, SoundPLAN, acoustic impact, noise maps.

## 1. Introducción

El aumento de habitantes en las ciudades latinoamericanas plantea una serie de problemas de organización social cuya previsión es indispensable. Un informe reciente de la Organización de las Naciones Unidas (2017) muestra que las ciudades han experimentado un elevado aumento en el número de sus habitantes. Actualmente, la mitad de la población vive en centros urbanos y el mayor grado de urbanismo se encuentra en Latinoamérica. El incremento de la urbanización se debe, en parte, a la migración promovida por transformaciones en el sector agrícola que reducen la absorción de mano de obra. Las condiciones de la urbanización han contribuido a incrementar el impacto ambiental, social, económico y cultural. Este crecimiento urbanístico ha generado problemas de contaminación ambiental por ruido en las grandes ciudades, ya que existe un gran número de personas expuestas y los efectos que tiene en estas son de gran importancia.

Una de las principales causas del ruido ambiental en Bogotá es el crecimiento de los sistemas de transporte que conforman el tráfico rodado, como el sistema de transporte integrado masivo Transmilenio, y el tráfico mixto, compuesto por buses y busetas de transporte público, camiones, volquetas, vehículos

particulares y motocicletas. En la actualidad, el tráfico automotor pequeño ha desbordado las insuficientes vías de la ciudad y sigue creciendo a diario sin que hasta el momento las medidas tomadas por la administración distrital sean efectivas, pues las políticas y los lineamientos ambientales de la planeación urbana no han tenido en cuenta este aspecto en el desarrollo de la ciudad.

Con el fin de controlar los niveles de ruido, en Colombia se han formulado normas como la Resolución 627 del 2006; sin embargo, el tema ha sido poco indagado y existen discrepancias al momento de realizar un contraste de términos. Por tal razón, el presente estudio busca determinar las problemáticas que genera el impacto acústico en la población asentada en las zonas aledañas a la Universidad Central, teniendo en cuenta la normatividad ambiental vigente.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

La zona en la que se llevó a cabo el estudio se caracteriza por ser de tipo comercial, institucional y residencial; en horario laboral presenta una gran concentración de trabajadores y estudiantes, especialmente entre lunes

y sábado. En esta área también se encuentran algunas vías importantes para la movilidad de la ciudad. Con base en la Resolución 627 del 2006, que determina los pasos a seguir en los muestreos de impacto sonoro emitido por las industrias, el comercio y el tráfico vehicular<sup>6</sup>, se realizó una medición en la zona aledaña a la Sede Centro de la Universidad Central en cuatro puntos específicos:

- *Punto 1:* carrera 4 con calle 21.
- *Punto 2:* carrera 5 con calle 21.
- *Punto 3:* calle 22 con carrera 5.
- *Punto 4:* calle 22 con carrera 4.

## 2.2. Recolección de datos

El muestreo en cada punto se llevó a cabo el día jueves 16 de agosto a las 4:30 p. m. Primero, se realizó un conteo del flujo vehicular en las calles de interés, clasificando los vehículos en livianos y pesados. Luego, se localizaron las fuentes de ruido fijas como obras civiles, bares y establecimientos comerciales. También se recolectaron datos meteorológicos (velocidad y dirección del viento, temperatura, altura, presión atmosférica, precipitación y humedad relativa) con un anemómetro y una estación meteorológica portátil. Después, se aplicó una encuesta a los receptores (estudiantes, residentes, trabajadores y peatones) para identificar su afectación. Finalmente, se utilizaron sonómetros para medir los decibeles de cada punto en intervalos de tiempo entre 5 y 10 minutos.

## 2.3. Simulación de niveles de ruido

El programa SoundPLAN Essential 4.1 permite integrar varias fuentes emisoras de ruido presentes en el área de estudio, procesar los resultados y representar los datos

gráficamente. Para la modelación de los datos de campo se utilizó un demo. Después de instalar el programa, se debe abrir un nuevo archivo, ingresar los datos del proyecto y establecer las normas que rigen en el país (RLS 90, ISO 9613). Luego, se establecen las combinaciones de tipo de ruido y se ingresan las variables meteorológicas requeridas por el simulador.

Una vez configuradas las condiciones iniciales del proyecto, se debe espacializar la elevación, los *shapes* de vías y las manzanas, que se toman de la Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá D. C. (2018). Es necesario que todas las capas que se ingresan al programa se encuentren en coordenadas “Magna Colombia Bogotá” lo más organizadas posible. El valor de la absorción del terreno es 1,0 para centros de grandes pueblos y ciudades. Al ingresar todas las capas y datos, en la pestaña de editor se genera una imagen que muestra los edificios, las vías, los receptores y los demás atributos que se agregaron inicialmente. Luego, se realizan los cálculos seleccionando la opción “Calcular modelo de elevación” y “Mapa de ruido”.

Al configurar el cálculo se desplegará una ventana en la que debe introducirse el valor 1 en la distancia de la malla. Este valor permite calcular con mayor precisión el impacto sonoro en la zona de estudio. Una vez el proceso de modelamiento finaliza, se selecciona la opción “Gráficos” para generar los respectivos mapas.

Para el mapa de ruido normal se utilizan los valores promedio de todas las medidas; en el estudio, el campus de la universidad alcanzó 65 dB y la construcción de apartamentos, 60 dB. En el mapa de ruido crítico se usan los valores máximos recolectados para las construcciones; en la muestra, el campus de la universidad generó 87 dB y la construcción de

<sup>6</sup> Para un análisis específico del tráfico vehicular se empleó, además, el estándar alemán RLS 90 (Normas para la protección acústica en carreteras).

apartamentos, 86 dB. Para las vías se registró el dato máximo de cada punto y en el mapa receptor se incluyeron estudiantes, residentes, peatones y demás habitantes del sector que están expuestos al ruido generado por las construcciones y el parque automotor.

### 3. Resultados y discusión

Para construir el modelo de ruido, se elaboró un mapa crítico, un mapa normal y un mapa de receptores. Luego, se realizó un análisis en dos contrastes (crítico y normal) para comprender mejor el comportamiento de los niveles sonoros en la zona de estudio. Los parámetros de cada punto de medición varían según las condiciones y se analizan respecto a los estándares permisibles por la norma (tabla 1).

Tabla 1. Niveles de ruido obtenidos con sonómetro en campo

Punto 1 Cra. 5 # 21	Punto 2 Cra. 5 # 22	Punto 3 Cra. 4 # 21	Punto 4 Cra. 4 # 22
70,9 dB	70,2 dB	70,1 dB	69,2 dB
78,4 dB	67,4 dB	74,5 dB	81 dB
76 dB	68,5 dB	72,5 dB	78 dB
79,8 dB	70,5 dB	68 dB	66,4 dB
68,2 dB	73,2 dB	55,5 dB	81,2 dB
71 dB	72,4 dB	56,6 dB	68,6 dB
58,3 dB	71 dB	69,6 dB	73 dB
66 dB	59 dB	70,1 dB	68 dB
77 dB	55 dB	76 dB	71,5 dB
80 dB	68 dB	68,3 dB	67,6 dB
85 dB	76 dB	72,2 dB	68,6 dB
78 dB	61 dB	63 dB	74 dB

Fuente: elaboración propia.

#### 3.1. Mapa de ruido en situación crítica

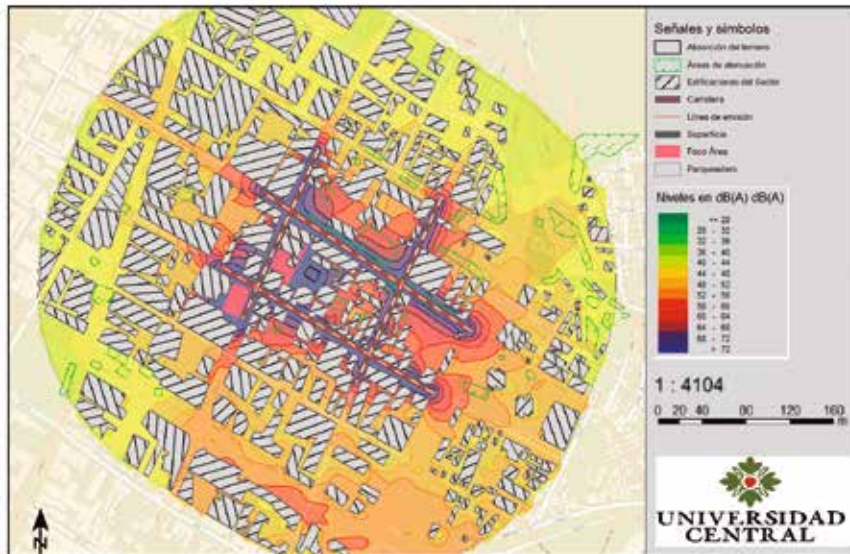


Figura 1. Mapa de situación crítica de ruido en la zona de estudio.  
Fuente: elaboración propia.

En el mapa de ruido de la figura 1 se identificaron las zonas afectadas con elevados niveles sonoros: entre 56 dB(A) y 72 dB(A). Las

zonas críticas se muestran sombreadas con tonalidades rojas y azules, que son principalmente las vías vehiculares (carrera 4, carrera

5 con calle 21 y calle 22) y las áreas aledañas debido a la continua circulación de buses, camiones, vehículos particulares y motocicletas. En la zona de estudio también se encuentran obras civiles, vendedores ambulantes y peatones, otros factores que contribuyen a elevar los niveles de ruido.

Los niveles sonoros registrados sobrepasan los niveles máximos permitidos por la Resolución 627 del 2006 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2006). El nivel máximo permisible durante el día para áreas de oficinas e instituciones es de 65 dB(A). En

la zona de estudio, además de la Universidad Central, la Universidad Jorge Tadeo Lozano, las bibliotecas de ambas instituciones, diferentes jardines infantiles y oficinas están siendo afectadas por la contaminación de ruido. En las zonas de menor impacto, marcadas con tonalidades naranjas y amarillas, los niveles de ruido alcanzan entre 44 dB(A) y 56 dB(A), rango que se encuentra entre los niveles máximos permisibles. La concentración del ruido en la zona de estudio y su no dispersión se deben a la estrechez de las calles y la gran altura de los edificios.

### 3.2. Mapa de ruido en situación normal

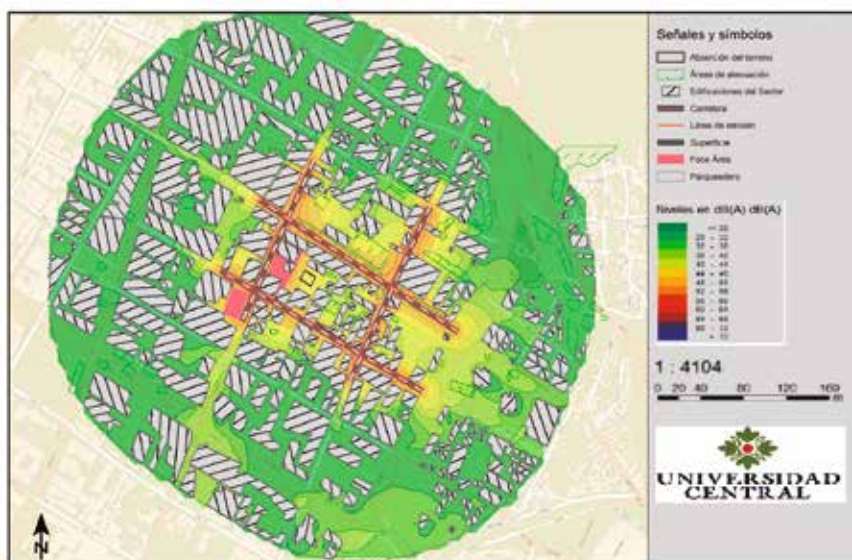


Figura 2. Mapa situación normal de ruido en la zona de estudio.

Fuente: elaboración propia.

En el mapa de la figura 2 se observaron las zonas que no presentan mayor afectación. Las tonalidades verdes, amarillas y naranjas indican niveles de ruido entre 28 dB(A) y 56 dB(A), que se encuentran por debajo del máximo permitido por la Resolución 627 de 2006. Los niveles menores de 28 dB(A) evidenciaron que la propagación del ruido no alcanza

estos puntos. En general, los niveles sonoros en el área se encuentran entre 28 dB(A) y 72 dB(A). Los altos niveles de ruido en la zona de estudio se generan, principalmente, por el alto flujo vehicular, las obras civiles, los vendedores ambulantes y los peatones.

En las vías vehiculares de la zona transcurre a diario un gran volumen de tráfico automotor

compuesto, en su mayoría, de automóviles, vehículos de carga pesada, buses y motocicletas, que incrementan los niveles acústicos de las zonas de análisis. La congestión vehicular es causada por la estructura vial, las malas prácticas de conducción, el incumplimiento de las normas de tránsito, y el tránsito de maquinaria pesada perteneciente a las obras civiles que

funcionan desde tempranas horas del día. Sin importar su origen, el ruido debe ser objeto de estudio y control, dado que afecta de manera directa a las poblaciones asentadas. Las autoridades ambientales deben velar por el cumplimiento de los estándares de ruido de emisión y ruido ambiental establecidos en la Resolución 627 de 2006.

### 3.3. Mapa de receptores

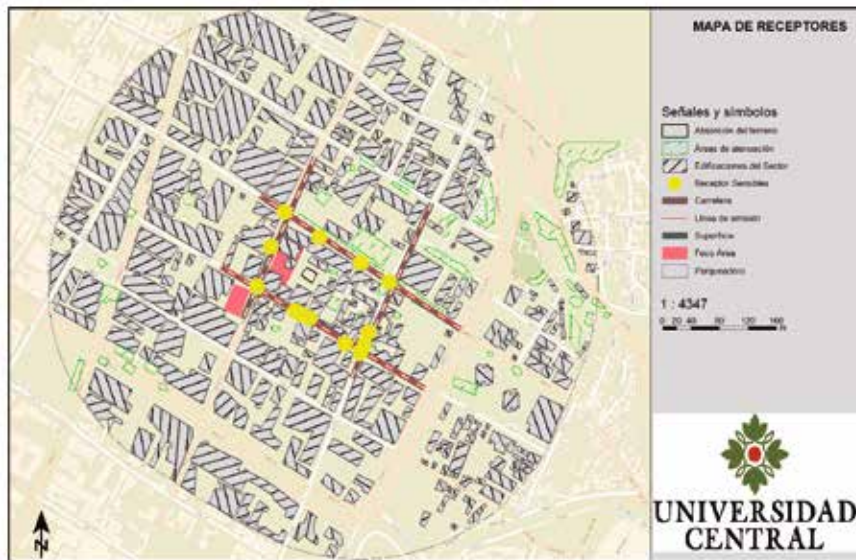


Figura 3. Mapa de receptores sensibles en la zona de estudio.  
Fuente: elaboración propia.

En el mapa de la figura 3 se evidenció que los receptores de mayor potencial son los estudiantes (65% de los encuestados), que se encuentran asentados en diferentes puntos como la entrada principal de la Universidad Central. En las tiendas, restaurantes y bares alrededor del campus también se identificó una gran concentración de receptores. Entre los puntos con alta densidad poblacional están la esquina de la carrera 5 con calle 21, donde los

peatones toman el transporte público o se desplazan hacia calles principales, y la biblioteca de la Universidad Central, donde los estudiantes realizan diferentes actividades académicas.

Los estudiantes, los habitantes de la zona, los comerciantes y los peatones pueden estar expuestos a un impacto sonoro significativo, ya que la zona de estudio presenta valores significativos de ruido que podrían generar trastornos de audición.

### 3.4. Plan de acción

UNIVERSIDAD CENTRAL		Plan de acción del impacto acústico generado por el parque automotor y las obras civiles en la Universidad Central, Sede Centro			
<b>1. Información general</b>					
Evaluar el comportamiento acústico de las ondas sonoras producidas por el parque automotor y las obras civiles presentes en las zonas aledañas a la Universidad Central, Sede Centro, mediante el análisis y la comparación de datos para determinar el cumplimiento de la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.					
<b>Información básica de evaluación de las medidas</b>					
Preventiva	Seguimiento y control	Corrección 1	1-2 años	2-3 años	Más de 3 años
<b>2. Información de las medidas</b>					
Actividad	Tipo de medida	Descripción			Tiempo estimado
Prevenición	Sistemas de información de niveles de ruido	Realizar jornadas de capacitación a la comunidad educativa y a los residentes del sector de la Universidad Central sobre temáticas de ruido y las afectaciones que genera. Divulgar los resultados obtenidos en el análisis.			Corto
	Evaluación del impacto ambiental	Evaluar el impacto ambiental en la zona antes de iniciar proyectos urbanísticos, de inversión comercial o que involucren directamente a la comunidad. Desarrollar estudios de flujo vehicular y peatonal previos al diseño de vías para no exceder los límites permitidos por la normatividad.			Mediano
	Rigurosidad en la normatividad de tránsito	Exigir el cumplimiento de la normatividad de tránsito y las revisiones técnico-mecánicas respecto a la emisión de ruido durante el uso normal de vehículos, especialmente motocicletas.			Corto
	Revisión periódica de los niveles de ruido	Tomar datos periódicamente para medir los niveles de ruido generados por las obras civiles y el flujo vehicular para determinar si cumplen con la normatividad legal vigente y llevar a cabo los procesos legales respectivos.			Largo
Corrección	Aislamiento acústico	Instalar aislamiento acústico en las paredes y techos de las edificaciones como barreras contra los efectos del ruido ambiental o en las zonas donde, según la norma, los niveles de ruido deben ser menores o iguales a 65 dB. El aislamiento acústico de fachada se establece de acuerdo al índice de reducción sonora y la diferencia de nivel estandarizado.			Largo
	Aparcamiento o sistemas de control	Establecer el aparcamiento o los sistemas de control asociados a la norma como mitigación.			Mediano

Fuente: elaboración propia.

## 4. Conclusiones

Se determinó que la fuente que genera mayor impacto acústico en el entorno de la Universidad Central es el parque automotor,

que registra unos valores de ruido (entre los 55,5 dB y los 85 dB) superiores a los máximos permisibles. En puntos como la biblioteca de la Universidad Central y otros tomados como sector B se obtuvieron valores en el rango de

68-85 dB, que sobrepasan los 65 dB estipulados por la Resolución 627 del 2006 para uso del suelo en oficinas o instituciones. Para estudios posteriores se debe considerar cómo se emite el ruido desde la fuente, cómo viaja a través del aire, cómo llega al receptor y qué influencia tienen las condiciones atmosféricas como la humedad relativa, la temperatura ambiental y la presión ambiental.

## Agradecimientos

Agradecemos a nuestros compañeros Diana Marcela Pira Reyes y José Ramiro Cañón Huertas, por sus contribuciones a la interpretación y el análisis de los datos.

## Referencias

- Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá D. C. (Ideca). (2018). Mapas Bogotá. Consultado en <http://bit.ly/2jQYUKS>.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006, abril 7). Resolución 627 de 2006: Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Diario Oficial 46239. Consultado en <http://bit.ly/2jUIpNV>.
- Organización de Naciones Unidas. (21 de junio de 2017). La población mundial aumentará en 1000 millones para 2030. Nueva York. Consultado en <http://bit.ly/2lux47T>.