



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 25 de julio de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Fredy Oyola Polanía, con C.C. No. 12135266,

Juan Pablo Cabrera Bahamón, con C.C. No. 1061696163,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA 8 DE LA CIUDAD DE NEIVA-HUILA

presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Vigilada Mineducación



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA 8 DE LA CIUDAD DE NEIVA-HUILA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cabrera Bahamón	Juan Pablo
Oyola Polanía	Fredy

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Olaya Amaya	Alfredo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cerquera Peña	Néstor Enrique
Castro Camacho	Jennifer Katiusca

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental

FACULTAD: de Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2019

NÚMERO DE PÁGINAS: 62

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías__x_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas_x_ Música impresa___ Planos_x_ Retratos___ Sin ilustraciones___
Tablas o Cuadros_x_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCad 2016

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



MATERIAL ANEXO:

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN NIVELES DE PERCEPCIÓN SONORA

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Nivel de presión sonora	Level of sound pressure
2. Mapa de ruido	Noise maps
3. Normatividad legal	Regulations
4. Percepción en la población	Perception in the population

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El ruido es una problemática ambiental muy importante en la actualidad. Es un sonido molesto que afecta la salud y el bienestar de las personas, entorpece su desarrollo social al perjudicar los procesos comunicativos, de aprendizaje y descanso. En Neiva se han realizado estudio de presión sonora en ciertas zonas de la ciudad, sin embargo, la Comuna 8 carecía de este tipo de estudio, y ante la necesidad, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las percepciones del ruido por parte de la comunidad y los niveles de presión sonora según la normatividad vigente en la comuna 8?. La investigación se realizó con el siguiente objetivo general: Evaluar la presión sonora en la Comuna 8 de la ciudad de Neiva. La metodología se desarrolló en tres fases: fase preliminar, fase de campo y la fase de sistematización. Los resultados obtenidos en la Comuna 8, superaron los niveles de ruido permitidos por la Resolución 0627 de 2006, con máximos de 77,0 dB(A) en el día y 62,4 dB(A) en la noche. Los mapas de ruido reflejan mayores niveles en el día que en la noche. Para la comunidad, las mayores perturbaciones por ruido se presentan en las horas de la tarde y provienen de automóviles y transporte público. Los resultados obtenidos podrían servir de insumo para diferentes autoridades municipales y ambientales de la ciudad de Neiva.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Noise is a very important environmental problem at present. It is an annoying sound that affects the health and well-being of people, hinders their social development by damaging the communicative, learning and rest processes. In Neiva, sound pressure studies were carried out in certain areas of the city, however, the Commune 8 lacked this type of study, and in response to the need, the following research question was posed: What are the perceptions of noise by part of the community and sound pressure levels according to the regulations in force in the commune 8? The investigation was carried out with the following general objective: To evaluate the sound pressure in the Commune 8 of the city of Neiva. The methodology was developed in three phases: preliminary phase, field phase and the systematization phase. The results obtained in the Commune 8, exceeded the noise levels allowed by Resolution 0627 of 2006, with maximums of 77.0 dB (A) in the day and 62.4 dB (A) in the night. Noise maps reflect higher levels in the day than in the night. For the community, the biggest noise disturbances occur in the afternoon hours and come from cars and public



transport. The results obtained could serve as input for different municipal and environmental authorities of the city of Neiva.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Néstor Enrique Cerquera Peña

Firma:

Nombre Jurado: Jennifer Katiusca Castro Camacho

Firma:

Nombre Jurado: Néstor Enrique Cerquera Peña

Firma:



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA 8 DE LA
CIUDAD DE NEIVA-HUILA

FREDY OYOLA POLANIA
JUAN PABLO CABRERA BAHAMÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
NEIVA
2019



EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA 8 DE LA
CIUDAD DE NEIVA-HUILA

FREDY OYOLA POLANIA
JUAN PABLO CABRERA BAHAMÓN

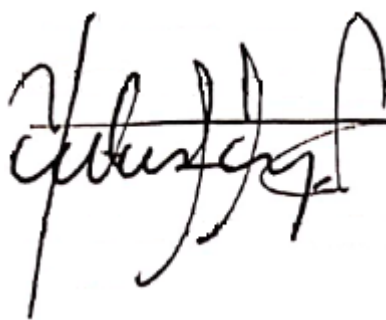
Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental

Director
Dr. ALFREDO OLAYA AMAYA
Licenciado en Biología

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
NEIVA
2019

Nota de Aceptación

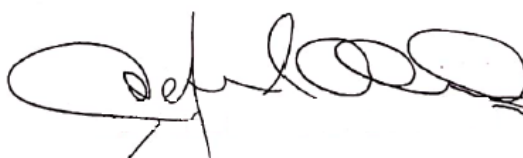
APROBADO



MSc. Néstor Enrique Cerquera Peña
Jurado

Jennifer Katusca Castro C

MSc. Jennifer Katusca Castro Camacho
Jurado



Dr. Alfredo Olaya Amaya
Director

Neiva, Julio de 2019

Copyright © 2019 por Fredy Oyola Polanía & Juan Pablo Cabrera Bahamón. Todos los derechos reservados.

Dedicatoria

Queremos dedicar este logro a:

A Dios, a nuestras familias y profesores, y a todos aquellos que con su motivación, acompañamiento y apoyo nos inspiraron e impulsaron en la realización de este trabajo.

Agradecimientos

Se desea expresar los agradecimientos a:

ALFREDO OLAYA AMAYA, Licenciado en Biología, MSc en Recursos Naturales con énfasis en Cuencas Hidrográficas, Dr. en Recursos Hidráulicos, Profesor Asociado del Área de Adecuación de tierras del Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana y Director del Proyecto, por la orientación y apoyo permanente.

NÉSTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA, Ingeniero Agrícola, MSc en Ingeniería Agrícola, Profesor Titular del Área de Agroindustria del Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana y por todos sus aportes académicos y colaboración.

JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO, Ingeniero Agrícola, MSc en Ingeniería y Gestión Ambiental, Profesor, por su colaboración y aportes académicos.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, Ingeniero Agrícola, Dr. en Ciencias Agrarias, Profesor Titular del programa de Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana, por su motivación y valiosos aportes académicos.

FACULTAD DE INGENIERÍA, por la asesoría y el préstamo de los instrumentos de medición requeridos en este trabajo.

POLICIA NACIONAL DE COLOMBIA, por el acompañamiento en el trabajo de campo durante la recolección de datos.

HABITANTES DE LA COMUNA 8 DE NEIVA, por su acompañamiento, guía y colaboración en el trabajo de campo y participación en la recolección de datos.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera, mediante su ayuda y colaboración hicieron posible que este proyecto se pudiera realizar.

Resumen

El ruido es una problemática ambiental muy importante en la actualidad. Es definido como un sonido molesto que afecta la salud y el bienestar de las personas. El ruido percibido por las personas, entorpece el desarrollo social al perjudicar los procesos comunicativos, de aprendizaje y descanso. La mayor fuente generadora de ruido son los vehículos motorizados. Otras fuentes son la industria, la construcción, la recreación, el comercio, entre otros.

Se han realizado en el mundo numerosos estudios de la problemática del ruido y su impacto en las personas. Dichos estudios se han expandido en diferentes ciudades de Colombia, encontrando que muchos lugares presentan elevados niveles sonoros. En Neiva se han medido y analizado los niveles de ruido en ciertas zonas de la ciudad, sin embargo, la Comuna 8 carecía de este tipo de estudio, y ante la necesidad de realizarlo, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las percepciones del ruido por parte de la comunidad y los niveles de presión sonora según la normatividad vigente en la comuna 8?

Para ello, dicha investigación se realizará a partir del siguiente objetivo general: Evaluar la presión sonora en la Comuna 8, el grado de cumplimiento normativo de las emisiones de ruido y la percepción de la comunidad acerca de este tipo de impacto.

La fase de campo y de análisis se basó en los lineamientos de la Resolución 0627 de 2006. Se reconoció la comuna y delimitó la zona de estudio. Se seleccionaron los puntos de medición en los cuales se midió la velocidad del viento y los decibels presentados, se georreferenciaron cada uno de los puntos y se describieron sus características físicas. Además, se aplicaron encuestas a la población para conocer la percepción del ruido. La información recolectada se sometió a análisis estadístico para obtener los diferentes valores y gráficas correspondientes. Se promediaron los niveles sonoros medidos y se trazaron los mapas de ruido diurno y nocturno.

Los resultados obtenidos en la Comuna señalan que muchos puntos de la comuna superan los niveles permitidos por la Resolución 0627 de 2006. Se registraron niveles máximos de 77,0 dB(A) en el día y 62,4 dB(A) en la noche. Los mapas de ruido, en general, reflejan mayores niveles en el día que en la noche. Según la percepción de la población, las mayores perturbaciones por ruido se presentan en las horas de la tarde y provienen de automóviles y transporte público. La percepción de que el ruido afecta entre nada y poco es mayor que la percepción de afectación entre aceptable e intolerable.

Los resultados obtenidos podrían servir de insumo para diferentes autoridades municipales y ambientales frente a la toma de decisiones correspondientes a la regulación del ruido en la Comuna 8, y para la construcción del mapa de ruido de la ciudad de Neiva.

Palabras clave: Nivel de presión sonora, Mapa de ruido, Normatividad legal, Percepción en la población.

Abstract

Nowadays, noise is becoming a critical environmental problem in society. The noise is considered a disease through the people and is defined as the annoying sound that affects the health of the people. The noise discerns by the people, could disrupt the social performance impacting the process for communication, learning, and breaks. The motor vehicles are the primary source of noise, besides other sources are in the industry, construction sector, recreation, etc.

A lot of surveys about the noise problem had done around the world and the impact on the people. Some of these studies had done in Colombia, and the results show high sound levels. There are not any studies in the commune 8 about the noise, although some measures had made in some areas of the city, so the following question was proposed: What are the perceptions of noise by the community and sound pressure levels according to the regulations in force in the commune 8?

Indeed, for this research will be carried out in the purpose of evaluating the sound pressure in the commune 8, the compliance of regulatory degree of noise emissions and the perception of the community about this impact.

For this analysis, the study based on the Resolution 0627 of 2006. So, some points of wind speed were selected to start the measurement and decibels, some aspects of georeferenced and their physical features described. Moreover, some surveys were applied to the population to know the perception of noise. The information gathered was analysis with statistical concepts to analyze the variables of the system. The measured sound levels averaged, the diurnal and nocturnal noise maps plotted.

The results obtained shows that there are high levels registered, in daily presented a maximum level of 77,0 dB(A) and a minimum level on the night of 62,4 dB(A). In general, the noise maps reflect higher levels in the day than in the night. According to the perception of the population, the highest noise disturbances occur in the afternoon hours and come from cars and public transport. The understanding that noise affects nothing and nothing is higher than the knowledge of affectation between acceptable and intolerable.

The results obtained could serve as an input for different municipal and environmental authorities regarding the decision making corresponding to noise regulation in the Commune 8, and for the construction of the first draft noise map of the city of Neiva.

Keywords: Level of sound pressure, Noise maps, Regulations, Perception in the population.

Tabla de contenidos

	Pág.
Resumen	
<i>Abstract</i>	
1. Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema y pregunta de investigación	2
1.2 Objetivo general	6
1.3 Objetivos específicos	6
1.4 Justificación	7
2. Marco teórico	8
2.1 El problema del ruido en el ámbito internacional	8
2.2 Dinámica de la legislación colombiana sobre el ruido	9
2.3 Conceptos y lineamientos metodológicos sobre la medición del ruido según la Resolución 0627 de 2006	12
2.4 Estudios del ruido en las principales ciudades de Colombia	12
2.5 Estudios de ruido en la Ciudad de Neiva	14
3. Metodología	15
3.1. Área de estudio	15
3.2. Fases, etapas, actividades y métodos	16
3.2.1 Fase Preliminar	16
3.2.2 Fase de Campo	17
3.2.3 Fase sistematización de la información	17
4. Resultados y discusión	20
4.1 Niveles de presión sonora, mapas de ruido y puntos críticos	20
4.2 Cumplimiento normativo de los niveles de presión sonora	30
4.3 Percepción del ruido por la comunidad	36
4.4 Apropiación social del conocimiento	41
5. Conclusiones	42
Bibliografía	44
Anexos	48
Anexo A. Formato de encuesta aplicada en la Comuna 8	48

Lista de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Límites permisibles de niveles de ruido ambiental	13
Cuadro 2. Valores de Criterio de Confiabilidad	18
Cuadro 3. Puntos de medición georreferenciados con su descripción física	22
Cuadro 4. Medición de decibeles horario diurno	23
Cuadro 5. Medición de decibeles horario nocturno	23
Cuadro 6. Nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq) diurno y nocturno	24
Cuadro 7. Combinación de colores para representaciones gráficas de los niveles de ruido según Resolución 0627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, 2006)	27
Cuadro 8. Usos de suelo previstos en la Comuna 8 y niveles de ruido permitidos	30
Cuadro 9. Cumplimiento de los niveles de ruido en la Comuna 8	32
Cuadro 10. Escala de valoración	36
Cuadro 11. Opciones de respuesta del instrumento	36

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica de la Comuna 8	15
Figura 2. Registro fotográfico de medición de niveles de ruido	20
Figura 3. Delimitación de la Comuna y puntos de medición	21
Figura 4. Fotografía diurna y nocturna del punto crítico 5.	24
Figura 5. Fotografía diurna y nocturna del punto 8. Barrio La Florida	25
Figura 6. Fotografía diurna y nocturna de los puntos 3 y 4	25
Figura 7. Fotografía diurna y nocturna del punto 1. Carrera 15	26
Figura 8. Mapa de ruido diurno Comuna 8	28
Figura 9. Mapa de ruido nocturno Comuna 8	29
Figura 10. Usos de suelo en la Comuna 8	31
Figura 11. Comparación de los niveles de la Comuna 8 con los permitidos por la norma	33
Figura 12. Usos de suelo de la Comuna 8 y niveles de ruido diurno	34
Figura 13. Usos de suelo de la Comuna 8 y niveles de ruido nocturno	35
Figura 14. Percepción de las características del ruido	37
Figura 15. Molestia apreciada por contacto con fuente emisora y afectación del ruido a la concentración mental y comunicación verbal	38
Figura 16. Molestia a causa del ruido generado por diferentes fuentes	39
Figura 17. Molestia a causa del ruido, durante la semana y fin de semana a distintas horas del día	40
Figura 18. Molestia a causa del ruido para realizar diferentes actividades	40
Figura 19. Registro fotográfico de programa en emisora	41

1. Introducción

El ruido, que es un sonido molesto, genera contaminación sonora, por lo tanto, se relaciona con el bienestar de las personas. Proviene de fuentes fijas y móviles y puede afectar dependiendo del tipo y características del sonido y condiciones del lugar o medio donde se transmite. En las fuentes móviles se encuentran los vehículos motorizados, responsables del 70 % del ruido urbano (Platzer, Iñiguez, Cevo, & Ayala, 2007), siendo la locomoción colectiva la de mayor impacto (por ejemplo, el sistema integrado de transporte público de determinada ciudad). En las fuentes fijas se ubican las industrias, la construcción, los talleres, las áreas recreativas, los locales comerciales, entre otros (Platzer *et al.*, 2007).

Teniendo en cuenta la gran cantidad de elementos que generan ruido, la contaminación sonora, según la O World Health Organization (WHO, 1999), en español Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha convertido en el tercer problema ambiental más importante. La exposición al ruido genera cambios en el comportamiento (Pacheco, Franco, & Behrentz, 2009); exponerse a 50 dB(A) durante un tiempo prolongado, produce fastidio moderado y a 55 dB(A) fastidio severo (WHO, 1999). Santos (2007, p. 12) indica que, según la WHO, el ruido, que por las vibraciones del aire es percibido por el oído humano, afecta la comunicación del individuo, así como sus procesos de aprendizaje, concentración y descanso, interfiriendo negativamente en el desarrollo social. El ruido puede ser una molestia no sólo por la frecuencia y potencia del sonido sino por los gustos y las preferencias de cada persona (Pathak, Tripathi, & Mishra, 2008).

El desarrollo industrial (Quiroz-Arcentales *et al.*, 2013) y crecimiento urbanístico han incrementado la problemática de la contaminación sonora. Lo anterior unido a la falta de conciencia frente al problema (López-Ugalde, Fajardo-Dolci, Chavolla-Magaña, Mondragón-Gongález, & Robles, 2000) y carencia de medidas de reguladoras, generan elevados casos de pérdida auditiva y perturbaciones en las actividades cotidianas.

En Colombia, la ausencia de cultura ciudadana frente al ruido contribuye a la presencia habitual y excesiva de la presión sonora en el ambiente urbano. Se han realizado estudios de ruido en muchas ciudades del país (Casas-García, Betancur-Vargas, & Montaña-Erazo, 2015), y con base a estos, se han considerado medidas de control de los aspectos ambientales que generan la contaminación sonora. Dichas medidas se fundamentan en la promulgación de normatividad nacional y local que velan por el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano y de ser parte de las decisiones que lo afecten (Asamblea Nacional Constituyente, 1991). Con todo lo anterior y con la realización de campañas de educación ambiental que buscan controlar el ruido (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM], 2015), aún se presentan elevados niveles sonoros en zonas sensibles y se sigue evidenciando malestar y problemas de salud en las personas.

Es necesario la identificación de los puntos críticos de la presión sonora en las ciudades del país y la ubicación de estos puntos en mapas de ruido. En consecuencia, se debe construir los mapas de ruido de cada una de las ciudades y la actualización periódica de aquellos existentes, además, estimar el nivel de cumplimiento de la normatividad acerca de la presión sonora, la percepción de la comunidad y las afectaciones en la salud y en las dinámicas metropolitanas. Otro aspecto importante en la regulación del ruido es un adecuado ordenamiento del territorio (CAM, 2015) y modificaciones en la infraestructura que permitan limitar y controlar las emisiones sonoras según las actividades y zonas relacionadas.

Se han realizado estudios de ruido en numerosas lugares del mundo, en algunas ciudades de Colombia (Casas-García et al., 2015) y en ciertas zonas de la ciudad de Neiva. Sin embargo, la Comuna 8 carecía de este tipo de estudio. En consecuencia, se consideró necesario ofrecer respuesta satisfactoria a este vacío de conocimiento mediante este documento.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo de grado presenta las percepciones del ruido por parte de la comunidad de la Comuna 8, el nivel de cumplimiento de los niveles de presión sonora según la normatividad vigente y un mapa de ruido de la comuna. Con estos productos, se busca proporcionar insumos para completar el mapa de ruido de la ciudad de Neiva y contribuir en la toma de decisiones encaminadas a la regulación de los aspectos que generan la contaminación sonora. La divulgación del presente documento pretende beneficiar a los habitantes de la Comuna 8, así como a la comunidad académica y entidades públicas y privadas que acompañan y asesoran esta población.

1.1 Planteamiento del problema y pregunta de investigación

El ruido se refiere a los sonidos no deseados que se producen en las actividades humanas y afectan la calidad de vida de la población. En las actividades se cuenta el crecimiento urbanístico, económico y el tráfico motorizado (Pacheco *et al.*, 2009). Al respecto, es apropiado expresar que la unidad de sonido es el Decibel (dB) y el nivel de presión sonora se representa en dB(A) (Ministerio de Salud y Protección Social, 1983).

Como sonido, el ruido tiene características y los hay de diferentes tipos. Entre sus características se encuentran frecuencia, tono o altura que puede ser grave o aguda; intensidad, volumen débil o fuerte; duración, la extensión del sonido en el tiempo; y el timbre que es la cualidad que permite identificar su fuente. Por otra parte, los tipos de ruido son: Continuo, generado ininterrumpidamente y de la misma manera; Intermitente, ocurrido en tiempos determinados, y generado por ejemplo a partir del uso de máquinas o vehículos aislados, aéreos, terrestres o acuáticos; e Impulsivo, que es el ruido de explosiones o impactos (Molina & Villalba, 2015).

Basado en la teoría acústica, se espera que a mayor número de fuentes sonoras, se genere mayor nivel de ruido, sin embargo, en el caso de las fuentes móviles, su velocidad,

concentración y pendiente del terreno donde transita podrían también interferir en el nivel de presión sonora (Pacheco *et al.*, 2009).

Al definir el ruido, un sonido que se percibe como indeseable, la catalogación de este tipo de sonido por parte del individuo es de cierta manera subjetiva. Para algunos, ciertos sonidos pueden ser desagradables, para otros pueden ser gratificantes. Inclusive, para una persona concreta, según la hora diurna o nocturna, sitio donde se encuentra, actividad que desarrolla, estado psicológico o de salud, un mismo sonido puede ser grato, indiferente o molesto (Moreno & Martínez, 2005).

Sin embargo, sea percibido como agradable o no, la exposición al ruido puede generar todo tipo de problemas que van desde molestias pasajeras hasta problemas clínicos irreversibles. En las personas que trabajan o estudian, dificulta los procesos cognitivos como la lectura y atención. En los individuos eleva el riesgo de pérdida de la capacidad auditiva (hipoacusia), que puede ser reversible o parmente según la intensidad y duración de la exposición. También contribuye a la irritabilidad y cansancio en las personas, dificultad para conciliar el sueño (Quiroz-Arcenales *et al.*, 2013) y disminución de la calidad y contenido de las conversaciones (Estrada-Rodríguez & Mendez-Ramírez, 2010).

La International Organization Standardization (ISO) y la WHO, establecen límites de presión sonora e identifican sus efectos en la población que han servido de base para establecer legislación en diferentes países. Desafortunadamente, los estándares permitidos en muchos lugares son sobrepasados (Platzer *et al.*, 2007). Así, es necesario que los niveles de ruido producidos por diferentes fuentes como el tránsito, la industria y los lugares de esparcimiento, sean identificados con instrumentos de medición como el sonómetro para poder cuantificarlos y compararlos con los límites permitidos en la normatividad vigente (Miyara, 2004).

La medición del ruido es uno de los pasos para conocer su naturaleza, sus fuentes, forma como se propaga y trasciende, los ambientes donde se genera e incide y los instrumentos y medidas para mitigarlo y controlarlo. A través de las técnicas de medición y con los datos obtenidos es posible construir mapas de ruido que expresan la ubicación georreferenciada de los niveles sonoros en un área geográfica concreta (Miyara, 2004).

Aunque existe al nivel general criterios para tratar el problema del ruido, en sus especificaciones cada país hace adaptación de acuerdo a su cultura, economía y situación política. Sin embargo, aún se presentan elevados niveles de ruido en lugares donde se han empleado numerosas medidas para evaluar, regular y controlar fuentes de ruido (Echeverri & González, 2011).

La WHO (2001), citado por el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (OSMAN, 2009, p.17), relaciona los efectos que los niveles de ruido generan

en las personas con el tiempo y entorno de exposición. Señala que en exterior de viviendas se produce molestia a exposición entre 50 y 55 dB(A) durante 16 horas; en interior de viviendas, 35 dB(A) por 16 horas interfiere en la comunicación; en dormitorios, 8 horas de exposición a 30 dB(A) interrumpe el sueño; en aulas escolares se perturba la comunicación a 35 dB durante el tiempo de clases. El deterioro auditivo se presenta en áreas industriales, comerciales y de tráfico, a exposiciones de 70 dB(A) por 24 horas, escuchando música 1 hora con auriculares a 85 dB(A) y en actividades de ocio con exposición de 4 horas a 100 dB(A).

Adicionalmente, la WHO (2009), indica que las molestias durante el sueño e insomnio (diagnosticado medicamente) se presentan en umbral de 42 dB(A) y el uso de somníferos y sedantes en umbral de 40 dB(A) (OSMAN, 2009, p. 18).

En Colombia se han realizado estudios del ruido ambiental en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena y sus efectos en la población (Casas-García, Betancur-Vargas, & Montaña-Erazo, 2015). Concluyéndose que en muchas zonas son sobrepasados los límites máximos permitidos y la falta de conciencia y cultura dificulta aún más el control y regulación de los niveles sonoros.

En Bogotá la presión acústica se debe principalmente al elevado flujo vehicular. La localidad de Kennedy cuenta con niveles de ruido de hasta 95 dB(A) en sus puntos críticos. Niveles de ruido similares se registran en la localidad de Fontibón (Casas-García *et al.*, 2015) donde el 35,6 % de la población expuesta a intensos sonidos padece de hipoacusia (Quiroz-Arcentales *et al.*, 2013).

En Medellín, la mayor parte de áreas residenciales analizadas superan los 65 dB(A) permitidos en estos sectores (Ortega & Cardona, 2005), también son superados los límite en áreas de tranquilidad (Casas-García *et al.*, 2015).

Los estudios de ruido extendidos a otras ciudades del país, evidencian incumplimiento de los límites permitidos por la Resolución 0627 de 2006 que rige en Colombia y es la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental (Casas-García *et al.*, 2015).

Las normas internacionales ISO 1996-1:2003 e ISO 1996-2:2007 (Montes *et al.*, 2016) son herramientas de referencia global que han servido de base para definir legislación relacionada a la contaminación acústica, elaborar mapas de ruido, evaluar la exposición de la población y construir los planes de acción. Estas normas describen las herramientas de cálculo y procedimiento para medir el nivel de presión sonora en exteriores.

Al nivel de Colombia, la Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983, del Ministerio de Salud, dictó las normas de protección y conservación de la audición, la salud y el

bienestar de las personas por causa de la producción y emisión de ruido. En su artículo número 1 define la contaminación de ruido como “cualquier emisión de sonido que afecte adversamente la salud o seguridad de los seres humanos, la propiedad o el disfrute de la misma”. En el artículo número 17 establece los niveles sonoros máximos en dB(A), en periodo diurno y nocturno (Ministerio de Salud y Protección Social, 1983).

El Decreto 948 del 5 de junio de 1995, del Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, reglamentó la Protección y el control de la calidad del aire, donde se establecen “las normas y principios generales para la protección atmosférica”, entre las que se contempla la de emisión de ruido, donde se definen los estándares de ruido para evitar la afectación en la salud de las personas y se caracterizan las zonas urbanas tratadas en la Resolución 8321 de 1983 (Ortega & Cardona, 2005). El Decreto 948 define el marco de acciones y mecanismos con los que las autoridades ambientales buscan la mejora y preservación de la “calidad del aire, y evitar y reducir el deterioro del medio ambiente”.

Más adelante, la Resolución 0627 del 7 de abril del 2006, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de Colombia, reglamentó el Decreto 948 de 1995 en cuanto a las emisiones de ruido. Dicha Resolución es la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental y deroga la Resolución 8321 de 1983. La Resolución 0627 de 2006 establece niveles de ruido permitidos según el sector y proporciona los criterios para la medición de los niveles sonoros.

El Municipio de Neiva cuenta con una población según proyección del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2005), de 349.030 habitantes para el año 2019, de los cuales 329.462 pertenecen a la zona urbana. Neiva dista 313,5 km de Bogotá, Distrito Capital colombiano. Se encuentra a una altitud de 442 msnm, entre las cordilleras Oriental y Central, al margen oriental del río Magdalena, en las coordenadas geográficas 2°59'55" Latitud Norte y 75°17'16" Longitud Oeste, en jurisdicción del Departamento del Huila. Cuenta con una temperatura promedio de 27,7 °C y una extensión total de 1.557,06 km², de los cuales, 45,94 km² corresponden a la extensión urbana.

El municipio, en su zona urbana, está dividido en 10 comunas, una de estas es la Comuna 8 o Suroriental, que cuenta con un área aproximada de 2,30 km² (5 % de la extensión urbana de Neiva), 10 barrios, 22 asentamientos subnormales, 7.700 viviendas y con una población cercana a los 49.000 habitantes. Cuenta con 7 instituciones educativas donde se imparte educación a más de 4.200 estudiantes desde el grado cero hasta once, 3 de carácter público (cerca de 4.000 estudiantes) y 4 privadas, además cuenta con un centro de salud (Alcaldía de Neiva, 2010).

Se han realizado estudios de ruido en la ciudad de Neiva del microcentro de la ciudad (CAM y Universidad Nacional de Colombia, 2011) y sus zonas críticas (CAM,

2015), también de la Comuna 3 (Olaya, González, & Flórez, 2016), Comuna 7 (Ramírez, García, & Mosqueras, 2016), Comuna 1 (Guerrero, Osorio, & Polania, 2016), de la Estación Central de Policía (Dulgarte, 2013) (los de las comunas y estación de Policía son trabajos de grado de pregrado presentados por estudiantes de la Universidad Corhuila) y un estudio de ruido en la Universidad Surcolombiana (Cuellar, Díaz, & Taborda, 2014). Sin embargo, en la Comuna 8 no se han realizado este tipo de estudios.

Para la presente investigación existe interés en llenar este vacío de conocimiento para la Comuna 8 y, en consecuencia, se decidió realizar un estudio a partir de la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las percepciones del ruido por parte de la comunidad y los niveles de presión sonora según la normatividad vigente en la comuna 8?

Considerando que el ruido en la Comuna 8 podría tener gran impacto en la población al contar con un elevado porcentaje de niños, con algunas instituciones educativas y un centro de salud, lugares donde se establecen niveles máximos de ruido según la norma, los aportes de este proyecto serán pertinentes para estimar si se cumple la normatividad y de base para establecer futuras medidas de acción.

Adicionalmente a distintas entidades y autoridades municipales y ambientales de Neiva, como la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Rural Sostenible, la CAM, la Policía Ambiental de Neiva, organizaciones no gubernamentales, etc., los resultados de este trabajo les servirá de insumo en la toma de decisiones relacionadas al manejo y uso del espacio público, actividades de transporte, afectaciones en la salud a causa del ruido, actualización en los usos de suelo, y mitigación y control de aspectos e impactos ambientales mediante la construcción de modelos, programas y medidas pertinentes que disminuyan y controlen las emisiones sonoras atmosféricas que generan perturbación.

Finalmente, esta investigación contribuirá en el cumplimiento normativo de la Resolución 0627 de 2006 que exige la elaboración de mapas de ruido para municipios como Neiva, de más de 100.000 habitantes.

1.2 Objetivo general

Evaluar la presión sonora en la Comuna 8 de la Ciudad de Neiva.

1.3 Objetivos específicos

- Determinar los niveles de ruido.
- Comparar los niveles de ruido ambiental con los límites permisibles de la Resolución 627 de 2006.
- Identificar la percepción de la comunidad frente a la contaminación sonora.
- Definir los puntos críticos de presión sonora.

1.4 Justificación

La Comuna 8 de Neiva cuenta con una población de 49.000 habitantes (15 % de la población urbana del municipio), de los cuales, el 22 % son niños entre los 1 y 4 años de edad, y el 19 % en edades entre los 5 y 14 años (Alcaldía de Neiva, 2010).

En la Comuna se presentan 3 instituciones públicas educativas, que imparten desde el cero hasta el onceavo grado académico escolar, que unidas suman más de 4 mil estudiantes, y cuatro privadas que suman 265 estudiantes, además, de una sede de La Carmen Emilia Ospina, empresa social del estado que presta servicios de salud (Alcaldía de Neiva, 2010).

Teniendo el importante porcentaje de niños en la población de la comuna, la presencia de instituciones educativas con elevado número de estudiantes escolares, donde los estándares máximos permisibles de ruido ambiental, según la norma para este tipo de sector, son de 65 dB(A) día y 50 noche, e instalaciones donde se goza de servicios de salud, en las que se permite máximo 55 dB(A) día y 45 noche (Ministerio de Ambiente, 2006), y considerando que no existe estudios detallados del ruido dentro de la comuna que identifiquen si en dichas instituciones se cumplen los límites de presión sonora permitidos, es pertinente el aporte de este proyecto como base para la formulación de medidas que busquen mitigar y controlar los impactos acústicos.

Por lo tanto, los resultados de esta investigación son útiles para la toma de decisiones por parte de entidades municipales y ambientales de Neiva; por ejemplo, la Secretaría Municipal de Gobierno que se encarga del manejo y uso del espacio público; la Secretaria Municipal de Movilidad cuyas funciones se enmarcan en actividades de transporte; la Secretaría Municipal de Salud que busca identificar posibles afectaciones a la población a causa del ruido; la Oficina de Planeación Municipal, encargada de actualizar los usos del suelo, definidos y contenidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), la CAM y la Secretaría Municipal de Ambiente y Desarrollo Rural Sostenible que velan por la mitigación y control de aspectos e impactos ambientales relacionadas con el ruido.

Adicionalmente, los resultados de este trabajo sirven de base para cumplir con el requisito legal contenido en la Resolución 627 de 2006, que en su artículo 22 establece la obligatoriedad de la realización de los mapas de ruido, por parte de las Corporaciones Autónomas regionales, como es el caso de la CAM, las de desarrollo sostenible y las autoridades ambientales, a quienes les corresponde elaborar, revisar y actualizar los mapas de ruido para las poblaciones que en su jurisdicción tengan más de 100.000 habitantes en las cuales se incluye el municipio de Neiva.

2. Marco teórico

2.1 El problema del ruido en el ámbito internacional

La industrialización, los avances tecnológicos, la falta de conciencia ambiental y la ausencia de medidas de control ha generado que el problema del ruido vaya en aumento a lo largo de los años (López-Ugalde *et al.*, 2000). El impacto más generalizado por la exposición de elevados niveles de ruido, es la hipoacusia, que afecta un tercio de la población mundial (López-Ugalde *et al.*, 2000).

Uno de los primeros estudios acerca de la afectación del ruido es del año 1981 realizado por la U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency), citada por Estrada-Rodríguez *et al.* (2010, p. 58). Concluye que el ruido genera riesgos de seguridad, es fuente de molestia extrema, y también afecta las actividades educativas donde su impacto se agudiza a partir de los años 1970's.

Es difícil comparar la estimación del ruido generado en diferentes países por el uso de distintos métodos de obtención, sin embargo, la WHO desde el año 2003 (Germán-González *et al.*, 2006, p. 42), ha propuesto una metodología para estimar la cantidad de personas expuestas al ruido ambiental en diferentes áreas cercanas o relacionadas con viviendas, parques, escuelas, hospitales y otras sensibles al ruido. Así, con una metodología común, es posible describir el ruido en zonas urbanas y realizar comparaciones a nivel internacional para establecer planes de acción que busquen reducir las afectaciones generadas por la presión sonora.

Según Germán-González *et al.* (2006) el ruido ambiental genera costos económicos al afectar la producción, la salud, el bienestar psicológico, la inversión de recursos en necesidades puntuales, para desviarlos en la aplicación de medidas de protección física, como las barreras acústicas y aislamiento sonoro de ventanas, y también incide negativamente en las actividades de construcción, compra y venta de vivienda.

Navrud (2002), citado por Germán-González *et al.* (2006, p. 43), indica que un estudio del año 2002, realizado por el DETR (Department of the Environment, Transport and the Regions) del Reino Unido, señala que la vivienda se deprecia en diferentes países gracias al ruido producido por el transporte. De acuerdo a la NDSI (Noise Depreciation Sensitivity Index) (Germán-González *et al.*, 2006, p. 43), las depreciaciones en vivienda se presentan entre 0,08 % y 2,30 % por decibel incrementado.

Platzer *et al.* (2007, p. 123) señala que, según la WHO, el nivel de ruido al aire libre es agradable hasta los 55 dB(A) y de acuerdo a la ISO, los niveles inferiores a 70 dB(A), durante 24 horas, no producen afectación en la audición. La Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile, citado por Platzer *et al.*, (2007, p. 124), dicta que los niveles de ruido imprevistos no deben superar los 140 dB(A) para adultos y 120 dB(A) para niños.

A pesar que en muchos lugares se han implementado medidas para disminuir la presión sonora proveniente de actividades industriales, de transporte y esparcimiento, aún son superados los límites permisibles, presentándose desequilibrios en la salud y ambiente de las personas. Numerosos países han trabajado en la formulación y aplicación de medidas, basadas en normas y criterios de organizaciones internacionales como la WHO e ISO, para enfrentar la problemática del ruido. Por ejemplo, en España y Chile existen normas rigurosas que penalizan a quienes excedan los niveles permitidos (Casas-García *et al.*, 2015).

Existen diferentes afectaciones del ruido según el ambiente, tiempo y forma de exposición, que van desde simples molestias, pasando por interferencia en la comunicación, interrupción del sueño, hasta el deterioro total o parcial de la capacidad auditiva (WHO, 2001).

Según la WHO (Germán-González & Santillán, 2006, p. 42), la contaminación acústica tiene incidencia global y sigue en aumento. En algunos países se ha estimado la cantidad de personas afectadas que residen en ciudades a causa del transporte vehicular. En 1982 se estimó que el 87% de la población estadounidense se exponía a más de 55 dB(A). En 1994 se calculó que cerca del 25 % de la población europea se encontraba expuesta a 65 dB(A), siendo en algunos países el 50 % de la población y en otros menos del 10 %. Además, estimaciones de 1999 concluyen que el 15 % de la población alemana se exponía a niveles mayores de 55 dB(A) en promedio día, al igual que el 25 % de la población sueca en el año 2000 y Reino Unido año 2001, donde más de 55 dB(A) alcanzaban el 54 % de los habitantes, en jornada diurna, y por encima de 54 dB(A) el 67 % de la población en horas nocturnas.

Además, la WHO (Casas-García *et al.*, 2015, p. 266), concluye que en el año 2004, a nivel global, por cada 100.000 personas, el número de años perdidos debido a la afectación por ruido ocupacional, es decir, laboral, fue de 70 años. Ciertamente, también la educación y la cultura condicionan la percepción y afectación del ruido, sin embargo existen legislaciones y normas nacionales e internacionales que permiten la regulación del ruido y su impacto en la salud y el medio ambiente (Casas-García *et al.*, 2015).

2.2 Dinámica de la legislación colombiana sobre el ruido

Las normas buscan regular y controlar la emisión del ruido, entendiendo que la caracterización de este, es un asunto de orden público que impacta negativamente a todos los habitantes y al medio ambiente, así como lo hacen otro tipo de aspectos ambientales como la emisión de gases o la generación de residuos (Casas-García *et al.*, 2015).

En la dinámica de la legislación colombiana sobre el ruido (Casas-García *et al.*, 2015) se encuentran las Normas Técnicas Colombianas (NTC), referidas al aspecto de la presión sonora, que definen y proporcionan criterios para implementar medidas y procedimientos aplicables en el país, y una serie de leyes, decretos y resoluciones

nacionales que describen y enfocan desde un punto de vista normativo la problemática ambiental del ruido.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) expide las normas nacionales NTC que se basan en las normas internacionales ISO. Casas-García *et al.* (2015, p. 269) cita un número de normas NTC e ISO referentes a la presión sonora: las NTC 3437:1992, 2272:1998, 4945:2001 y 5040:2002 dictaminan procesos de medición de los niveles de ruido y obtención de datos; la NTC 3321:2003 estima comportamientos de procesos acústicos, afectación de la capacidad auditiva y características de la exposición a la presión sonora; las NTC 5626:2008 y 4795:200 presentan ecuaciones para calcular el nivel de ruido; las ISO 389:1998, 226:2003 y 8253:2010 ofrecen estándares de métodos para cálculo y medición; y la NTC ISO 31-7:1994 trata de cantidades y unidades de medición.

El INDERENA (Institución Nacional de Recursos Naturales), creado en 1968, fue el primer organismo colombiano en encargarse de los asuntos ambientales (Casas-García *et al.*, 2015). En el año 1972 se expide la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano (Conferencia de la Naciones Unidas, 1972) donde se proclama fundamental, el bienestar y desarrollo económico de los pueblos y la protección y mejoramiento del medio ambiente humano. Colombia acoge los principios de esta declaración con la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, Decreto Ley 2811 de 1974 (Presidencia de la República de Colombia, 1974). La Ley 09 de 1979 dicta medidas sanitarias para la protección del Medio Ambiente (Congreso de Colombia, 1979). Estos dos decretos logran generalizar la problemática ambiental en Colombia (Casas-García *et al.*, 2015) y el Decreto 02 de 1982 (Presidencia de la República de Colombia, 1982) los reglamenta parcialmente en cuanto a emisiones atmosféricas.

La Resolución 8321 de 1983 empieza a considerar normativamente el problema de la presión sonora en el país (Ministerio de Salud y Protección Social, 1983), dictando normas específicas para proteger la audición y el bienestar de las personas frente a la generación de ruidos, en las cuales establece los niveles máximos de ruido. La Constitución Política Colombiana en su artículo 79 señala el derecho de las personas a disfrutar de un ambiente sano y de participar en las decisiones que puedan afectarlo (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, año 1992, busca acuerdos entre naciones para proteger el medio ambiente y promover el desarrollo sostenible (Conferencia de las Naciones Unidas, 1992). Mediante la Ley 99 de 1993, conocida como la Ley General Ambiental de Colombia, el país adopta los principios contenidos en la Declaración de Río. En la Ley 99 de 1993 se dispone que el sector público vele por la gestión y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales, además, organiza el SINA (Sistema Nacional Ambiental) y crea el Ministerio

del Medio Ambiente, que luego se llamará Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y en la actualidad se conoce como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Este se encarga de los aspectos territoriales y ambientales del país (Casas-García et al., 2015).

El Decreto 948 de 1995, que en su artículo 138 deroga el Decreto 02 de 1982, reglamenta parcialmente los artículos del Decreto Ley 2811 de 1974 y de la Ley 99 de 1993, relacionados con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire (Ministerio de Ambiente, 1995). Entre los artículos 42 y 64 (Casas-García *et al.*, 2015, p. 267) del Decreto 948 de 1995, se establecen las condiciones para generar y emitir ruido en determinados sectores y sujetos a las normas de cada municipio o ciudad, y las sanciones por incumplimiento de los niveles sonoros permitidos en la Resolución 8321 de 1983, fijando multas entre 15 y 30 hasta 200 y 300 salarios mínimos vigentes (Ministerio de Ambiente, 1995).

La Resolución 0627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, 2006), rige actualmente como la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Dicta criterios para realizar mediciones de los niveles sonoros y estándares máximos permitidos para la emisión de ruido, en el día y la noche, de acuerdo al sector donde se presentan: Sector A, Tranquilidad y Silencio: 55-50; Sector B, Tranquilidad y Ruido Moderado: 65-55; Sector C, Ruido Intermedio Restringido: 75-75, 70-60, 65-65, 80-75; Sector D, Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado: 55-50 (Ministerio de Ambiente, 2006). Todo estudio de ruido realizado dentro del territorio nacional colombiano debe basarse en los criterios estipulados en esta Resolución.

El Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) es el decreto único reglamentario del sector ambiental que compila y conecta las normas nacionales ambientales.

De conformidad con las anteriores normas del orden nacional, la Alcaldía de Neiva en el Decreto Municipal 0697 de 2017 (Alcaldía de Neiva, 2017) regula del POT de Neiva, adoptado por el Acuerdo 026 de 2009 (Consejo de Neiva, 2009), los artículos 443 párrafo 3 y el artículo 445 párrafo único, los cuales determinan que establecimientos como discotecas, bares, casinos y similares, deben ubicarse mínimo 100 metros de distancia de establecimientos de uso dotacional como educación, seguridad y defensa. Además, decreta que establecimientos comerciales mencionados en el artículo 443 párrafo 3 del POT, deben ser 100 % insonorizados para evitar fuga de ruido al exterior y sus niveles de emisión sonora no podrán superar los 60 dB(A) establecidos en la norma nacional Resolución 0627 de 2006.

2.3 Conceptos y lineamientos metodológicos sobre la medición del ruido según la Resolución 0627 de 2006

La WHO (1999) señala que físicamente no existe distinción entre ruido y sonido y que este es una percepción sensorial y puede etiquetarse como ruido según su patrón de ondas. En concordancia, el ruido se define como sonido no deseado. “La presión del sonido es una medida básica de las vibraciones del aire que componen el sonido” (WHO, 1999, p. vii).

El ruido hace referencia a la contaminación acústica al ser un conjunto de sonidos ambientales, excesivos y molestos, que recibe el oído y pueden afectar al individuo de manera fisiológica y psicológica (Santos, 2007). El ruido ambiental proviene principalmente de las actividades de la industria, la construcción, la obra pública, el tránsito vial, ferroviario y aéreo, y del vecindario (WHO, 1999), y perjudica la salud y el bienestar de las personas, por lo tanto es una amenaza para la salud pública (WHO, 2009).

La Resolución 0627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, 2006), norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, que define el ruido acústico como todo sonido no deseado por el receptor, establece que las mediciones de ruido ambiental deben realizarse en el horario diurno de las 7:01 a las 21:00 horas, y nocturno de las 21:01 a las 7:00 horas. En cada punto de medición, el piso debe estar seco y la velocidad del viento no debe superar los 3 m/s. El sonómetro (herramienta de medición de presión sonora) debe ubicarse a 4 metros del piso y por cada punto se registran 5 mediciones de tiempos iguales, una con el micrófono del sonómetro en posición vertical hacia arriba y otras 4 correspondientes a cada uno de los puntos cardinales, completando, de manera continua o con intervalos, 15 minutos de captura de información. El decibel (dB) es la unidad de medida de los niveles de presión sonora. Los resultados obtenidos de ruido ambiental se utilizan en mapas de ruido donde se visualiza geográficamente los niveles de ruido y sus puntos críticos.

El cuadro 1 presenta los estándares máximos de ruido ambiental expresados en decibeles ponderados A [dB(A)], permitidos por la Resolución 0627 de 2006 según la zona y lugar donde tienen ocurrencia.

2.4 Estudios del ruido en las principales ciudades de Colombia

En varias ciudades de Colombia se han realizados mediciones de los niveles sonoros y mapas de ruido. En estudios realizados en Bogotá en las localidades de Kennedy, Suba y Engativá, se encontró que la zona más contaminada es la de Kennedy presentando valores entre los 75 y 95 dB(A) en sus puntos críticos. Similares resultados se hallaron en Fontibón (Casas-García *et al.*, 2015), zona de elevado flujo vehicular, donde se evidenció que el 35,6 % de la población expuesta a considerable presión sonora, padecía de hipoacusia (Quiroz-Arcenales *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Límites permisibles de niveles de ruido ambiental

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.	75	70
	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.		
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.		
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.	80	70
Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.			
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

De acuerdo al estudio de Casas-García *et al.* (2015) en Medellín, la mayoría de los puntos residenciales analizados sobrepasaban el límite máximo permitido de 65 dB(A) para ese tipo de zonas. En áreas de tranquilidad los niveles fueron de 65 dB(A), por encima del permitido, 45 dB(A), además, en Cali las comunas 2, 17 y 19 los niveles de ruido superan los permitidos en áreas de actividad residencial con niveles de hasta los 77,58 dB(A), y respecto a los efectos del ruido en Barranquilla, se encontraron manifestaciones clínicas de hipoacusia en una muestra de 300 niños del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF).

En la actualidad los estudios sobre contaminación acústica se han extendidos a otras ciudades del país, evidenciando la falta de cumplimiento de las normas en cuanto a las emisiones sonoras (Casas-García *et al.*, 2015) establecidas en la Resolución 0627 de 2006.

2.5 Estudios de ruido en la Ciudad de Neiva

La ciudad de Neiva, como capital departamental y zona metropolitana en crecimiento, no es ajena a la perturbación de ruido en el medio ambiente. Se han hecho estudios del ruido generado en la ciudad de manera preliminar por parte de la CAM, donde se monitoreó los niveles de ruido y se construyó mapa de ruido del microcentro (CAM y Universidad Nacional de Colombia, 2011) y de las zonas críticas prioritarias (CAM, 2015) con plan de descontaminación.

Adicionalmente se presentó un estudio del año 2014, acerca de los niveles de ruido en la Universidad Surcolombiana (Cuellar *et al.*, 2014), y trabajos de grado de la Universidad Corhuila durante los años 2013 y 2016, que realizaron determinación de los niveles de ruido ambiental en la Comuna No. 3 (Olaya, González, & Flórez, 2016; Tafur & Salinas, 2016), Comuna No. 7 (Ramírez *et al.*, 2016), y 8 barrios de la Comuna No. 1 (Guerrero *et al.*, 2016), impacto ambiental del ruido en la Estación Central de Policía y zona periférica (Dulgarte, 2013).

3. Metodología

La metodología de este trabajo de grado se basa en los lineamientos de la Resolución 0627 de 2006.

3.1. Área de estudio

La Comuna 8 (Alcaldía de Neiva, 2010) se encuentra ubicada en la zona suroriental del municipio de Neiva (figura 1). Cuenta con un área de 229,564 hectáreas (2,30 km²) y 49.000 habitantes.

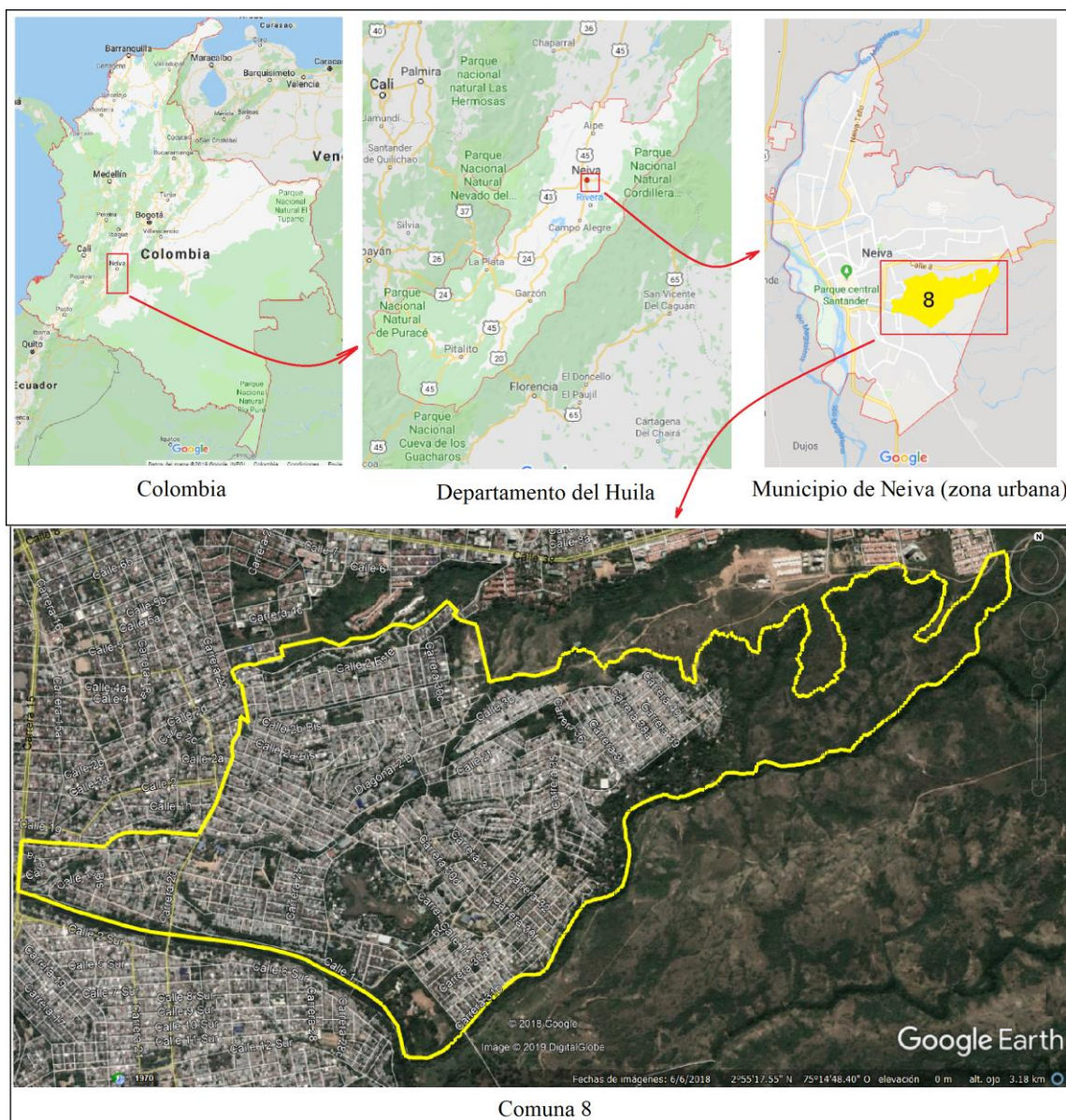


Figura 1. Localización geográfica de la Comuna 8

Fuente: <https://www.google.com/maps> ; Google Earth Pro

La Comuna 8 está delimitada por la Quebrada Torcaza o de la Tórtola, el Río del Oro, la Carera 22 y las quebradas la Zanja y la Honda y limita al norte con la Comuna 7, al sur con la Comuna 6, al Este con la Comuna 5 y 10 y al Oeste con la Comuna 3. En ella predominan los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 y la población más representativa es el grupo de edad entre los 15 y 44 años que corresponden al 33 % de los habitantes, haciendo de la Comuna una población económicamente activa. Cuenta con numerosos parques y escenarios de recreación como el Parque Peñón Redondo, Ronda Regional Río del Oro y Las Américas.

3.2. Fases, etapas, actividades y métodos

La metodología de este trabajo se desarrolló en fases que constan de etapas, actividades, métodos, instrumentos y fuentes de información.

3.2.1 Fase Preliminar

Reconocimiento de campo

Mediante visita de campo se hizo reconocimiento preliminar de la Comuna 8 y se identificaron los puntos de interés.

Georreferenciación y selección de los puntos de medición

La georreferenciación y ubicación de los puntos de medición se generó a partir de Google Earth Pro y ArcGIS Versión 10.6, obteniendo las coordenadas y una capa temática de los puntos. En la capa temática se delimitó la Comuna, se trazó sobre ella una grilla (cuadrículas) a escala aproximada de 500 m x 500 m y se ubicó al interior de cada cuadrícula los puntos de medición numerados y distanciados entre sí máximo 500 m (figura 2).

Elaboración de la encuesta

El cuestionario de la encuesta (Anexo A), se construyó mediante revisión bibliográfica y, basado en redes de interacción, se formularon los sets de preguntas que contienen la información general de la población encuestada y su grado de indeseabilidad y afectación a causa de la contaminación sonora en la Comuna 8. A "prueba piloto" fueron sometidas las preguntas diseñadas para la encuesta, y esta se ajustó según opiniones de expertos mediante sesiones Delphi, de acuerdo a la metodología usada por Castro & Ramírez (2009).

Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación de la encuesta

Se obtuvo el tamaño óptimo de la muestra calculando el tamaño de la muestra y su ajuste utilizando la metodología de Hernández (2010), para lo cual se aplicó la ecuación 1 y posteriormente la ecuación 2. El tamaño de la población (N) es dos veces el número de puntos de medición.

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad (1)$$

Dónde:

n_0 = tamaño de la muestra sin ajustar

Z = Corresponde a 1.96 para un nivel de confianza del 95 %. Los valores más usados son para 90 %, 1.645; 95%, 1.96 y 99%, 2.575

p = Proporción de la población que posee las características de interés: 0.5

q = 1- p

e = Error estándar o error tolerable para la medición (3%= 0.03)

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}} \quad (2)$$

Dónde:

n = tamaño óptimo de la muestra

n_0 = tamaño de la muestra sin ajustar

N = tamaño de la población

3.2.2 Fase de Campo

Medición de los niveles sonoros

En campo se arribó a cada uno de los puntos de medición georreferenciados, fueron nombrados y descritos físicamente (cuadro 3) y con sonómetro se midieron los decibeles parciales en horario diurno, de las 7:01 a las 21:00 horas, y nocturno, de las 21:01 a las 7:00 horas, realizando 5 mediciones distribuidas en tiempos iguales de 3 minutos, completando 15 minutos de captura de información, con el micrófono del sonómetro ubicado a 4 metros de altura y en diferentes orientaciones, así: norte (dBN), sur (dBS), este (dBE), oeste (dBO) y vertical hacia arriba (d BV) (cuadro 4 y 5). Las mediciones se llevaron a cabo en condiciones de velocidad de viento no mayor a 3m/s obtenidos de los reportes de la estación meteorológica Aeropuerto Benito Salas del IDEAM para el día y la hora correspondiente a las mediciones, en piso seco y ausencia de lluvia. Los criterios anteriores los establece la Resolución 0627 de 2006.

Aplicación de la encuesta

Se aplicó la encuesta en cada uno de los puntos de medición. El método de selección de las unidades experimentales se realizó de manera aleatoria.

3.2.3 Fase sistematización de la información

Validación y consistencia de la encuesta

Se tabuló en Microsoft Excel los valores obtenidos de la aplicación de la encuesta y se validó la misma con el análisis de consistencia interna calculado por el coeficiente de Alfa de Cronbach. Con este método se midió la confiabilidad de la encuesta. Castro (2018) cita investigaciones que han aplicado dicho análisis, como el de Álvarez *et al.*, Meliá *et al.*, Ledesma *et al.* & Oviedo *et al.*

Se calculó el Coeficiente de Alfa de Cronbach (α) con la ecuación 3:

$$\alpha = \left[\frac{k}{(k-1)} \right] * \left[1 - \left(\frac{\sum Si^2}{\sum St^2} \right) \right] \quad (3)$$

Dónde:

Si^2 = la suma de varianzas de cada ítem;

St^2 = la varianza del total de filas (puntaje total de los encuestados); k = el número de preguntas o ítems.

K = el número de preguntas o ítems

Los valores de confiabilidad de la encuesta fueron comparados con lo expuesto por Christopher (2007) citado por Castro, Cerquera, & Escobar (2015) y descrito en el cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de Criterio de Confiabilidad

Criterio	Valor
No es confiable	-1 a 0
Baja confiabilidad	0.01 a 0.49
Moderada confiabilidad	0.5 a 0.75
Fuerte confiabilidad	0.76 a 0.89
Alta confiabilidad	0.9 a 1

Fuente: Christopher (2007)

Cálculo de nivel sonoro continuo equivalente

Se utilizó la ecuación 4 para calcular en cada punto, el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) en unidades de dB(A) para jornada diurna y nocturna (cuadro 6) usando las 5 mediciones parciales de decibeles tomadas en los puntos.

$$LAeq = 10 * \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) * \left(10^{\frac{LN}{10}} + 10^{\frac{LS}{10}} + 10^{\frac{LO}{10}} + 10^{\frac{LE}{10}} + 10^{\frac{LV}{10}} \right) \right) \quad (4)$$

Dónde:

LAeq = Nivel equivalente resultante de la medición

LN = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte

LS = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur

LO = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste

LE = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este

LV = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Análisis estadístico

Los decibeles medidos y calculados y la información obtenida en la aplicación de las encuestas se tabularon en Microsoft Excel y se les aplicó análisis estadístico con el fin de obtener valores mínimos y máximos y gráficas necesarias.

Elaboración del mapa de ruido

Mediante las herramientas Golden Software Surfer 9, Google Maps y AutoCAD 2010, se trazó el mapa de ruido (figura 8 y 9), importando desde Microsoft Excel los datos de georreferenciación y decibeles calculados de cada punto. Este mapa se generó según especificaciones contempladas en la Resolución 0627 del 2006. Además, se construyó el mapa de conflicto de usos de suelo, donde se identifica las zonas donde se superan los niveles de ruido permitidos.

4. Resultados y discusión

4.1 Niveles de presión sonora, mapas de ruido y puntos críticos

La Comuna se delimitó en mapa con trazo color amarillo, las líneas de grilla se señalan con color blanco y al interior de esta los puntos de medición numerados (P1, P2... P12) (figura 2), los cuales fueron ubicados geográficamente en el sitio seleccionado. La inclinación de la grilla se debe a la pertinencia de que sus líneas coincidieran con las vías principales de flujo vehicular. En campo se midió con sonómetro los niveles de ruido generados en los puntos (figura 3) y se describió cada uno de ellos (cuadro 3).

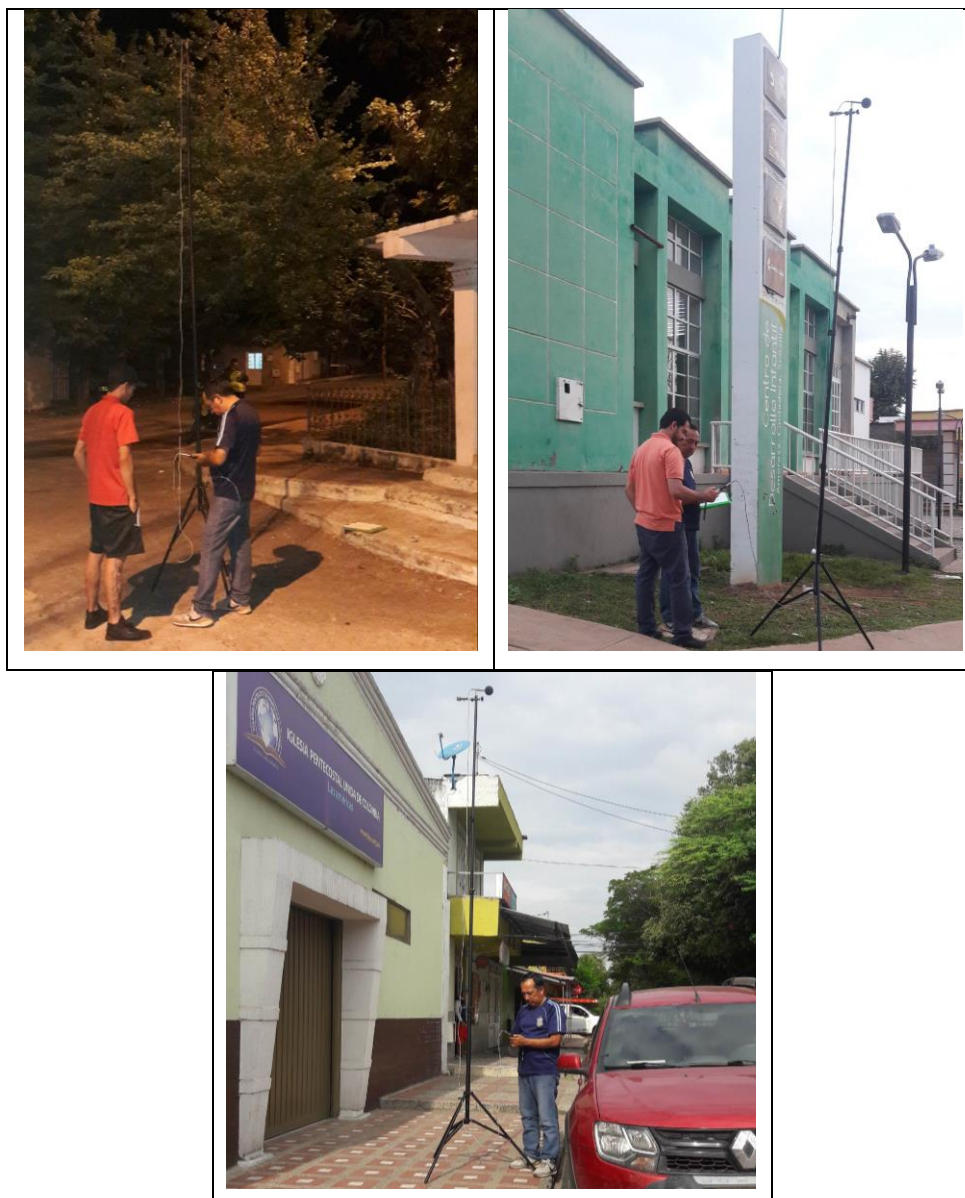


Figura 2. Registro fotográfico de medición de niveles de ruido






-  Delimitación de la Comuna
-  Puntos de medición
-  Líneas de grilla (cuadrículas)

Figura 3. Delimitación de la Comuna y puntos de medición

Cuadro 3. Puntos de medición georreferenciados con su descripción física

No.	Punto Nombre	Coordenadas GPS		Descripción
		x	y	
1	Barrio Puertas del Edén	866375	814876	Esquina sobre avenida amplia (carrera 15) y de elevado flujo vehicular de tráfico rápido. Vía de topografía plana. Presencia de residencias y negocios. Lado posterior de un colegio.
2	Carrera 20a Sur Calle 1d Sur	866899	814689	Esquina sobre vía de alto flujo vehicular, vía estrecha con intersección que tiende a congestionar el tráfico. Presencia de viviendas y comercio. Los vehículos transitan a considerable velocidad cerca de viviendas.
3	Carrera 21 Calle 2	867094	815162	Habitualmente este punto es de elevado flujo vehicular de tránsito rápido, sin embargo, durante el tiempo de las mediciones dicho flujo disminuyó considerablemente a causa de adecuaciones en vía que alimenta esta calle. Zona residencial.
4	Barrio Las Acacias	867293	814591	Junto a parqueadero. Presencia de viviendas, colegio y cancha de microfútbol arborizada.
5	Parroquia Medalla Milagrosa	867509	814881	Esquina de una Templo parroquial católico. Considerable flujo vehicular, punto de importante intersección vial que provoca congestiones de tránsito, y área que marca el inicio de una pendiente obligando a los vehículos motorizados acelerar la marcha. Zona arborizada y próxima a viviendas.
6	Calle 2e Carrera 30a	867714	815393	Frente a templo evangélico sobre avenida próxima a intersección vial. Presencia de comercio y viviendas. Habitualmente este punto es de considerable flujo vehicular, sin embargo, adecuaciones en vía que le alimenta disminuye la cantidad de vehículos que transitan.
7	Barrio Las Acacias III	867774	814378	Punto ubicado en esquina de moderado flujo vehicular y vía estrecha que obliga a los vehículos detenerse o desacelerara para girar. Además, es la única vía habilitada para el acceso al barrio Panorama. Zona residencial. Junto a Escuela de Carabineros de la Policía Nacional. Considerable flujo vehicular,
8	Barrio La Florida	867903	814968	Vía de topografía inclinada y de flujo vehicular considerable, obligando a los vehículos acelerara en dicho punto. Zona residencial junto a escuela de niños. Presencia de árboles.
9	Barrio Panorama	868138	814557	Zona residencial junto a polideportivo, con poco flujo vehicular. A 93 metros de área no urbanizada de amplia vegetación.
10	Barrio Divino Niño	868192	814770	Frente a Centro de Desarrollo Infantil, junto a escuela de niños, área arborizada y zona residencial. Dista 150 metros de área de amplia vegetación.
11	Barrio Sur Orientales	868302	815056	Frente a gruta de la Virgen. Zona residencial, vía de considerable flujo vehicular de tránsito rápido. Junto a CAI de Policía Nacional y zona verde arborizada donde se ubica una caseta comunal donde se desarrollan reuniones periódicas.
12	Barrio Rafael Azuero	868597	815348	Esquina. Zona residencial. A unos 160 metros de área de vegetación no urbanizada. Poco flujo vehicular.

En el cuadro 4 y 5 se aprecian los decibeles parciales medidos en la jornada diurna y nocturna, con sus coordenadas y velocidad del viento que no superó los 3 m/s en ninguno de los puntos en el momento de efectuar las mediciones de los niveles sonoros.

Cuadro 4. Medición de decibeles horario diurno

Punto		dBN	dBS	dBE	dBO	dB V	Velocidad viento (m/s)	Coordenadas GPS	
No.	Nombre							x	y
1	Barrio Puertas del Edén	62,3	61,2	59,5	60,6	59,9	2,8	866375	814876
2	Cra. 20a Sur – Calle 1d Sur	58,5	55,8	55,0	58,4	57,9	0,5	866899	814689
3	Carrera 21 – Calle 2	52,8	58,2	54,1	53,2	53,6	0,9	867094	815162
4	Barrio Las Acacias	49,7	50,9	57,9	44,9	45,5	0,8	867293	814591
5	Parroquia Medalla Milagrosa	75,6	76,5	78,1	76,3	78,0	2,3	867509	814881
6	Calle 2e – Carrera 30a	57,9	67,0	58,9	58,5	57,5	0,9	867714	815393
7	Barrio Las Acacias III	72,2	72,5	72,8	71,1	74,5	1,3	867774	814378
8	Barrio La Florida	73,9	73,3	78,0	77,1	78,1	2,5	867903	814968
9	Barrio Panorama	71,4	73,1	76,9	78,5	74,2	1,3	868138	814557
10	Barrio Divino Niño	54,3	62,7	52,3	58,9	42,1	0,5	868192	814770
11	Barrio Sur Orientales	76,2	71,4	70,9	67,9	71,4	2,5	868302	815056
12	Barrio Rafael Azuero	71,2	77,3	72,8	74,9	71,8	1,8	868597	815348

Cuadro 5. Medición de decibeles horario nocturno

Punto		dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	Velocidad viento (m/s)	Coordenadas GPS	
No.	Nombre							x	y
1	Barrio Puertas del Edén	54,0	54,6	53,2	54,1	57,1	0	866375	814876
2	Cra. 20a Sur – Calle 1d Sur	62,0	58,5	65,7	63,3	56,5	0	866899	814689
3	Carrera 21 – Calle 2	46,5	42,0	49,3	44,8	44,9	0	867094	815162
4	Barrio Las Acacias	53,1	49,0	53,0	55,7	49,6	0	867293	814591
5	Parroquia Medalla Milagrosa	47,7	49,3	65,5	50,6	48,9	0	867509	814881
6	Calle 2e – Carrera 30a	48,7	48,3	50,9	50,8	52,5	0	867714	815393
7	Barrio Las Acacias III	57,6	57,9	59,9	58,5	49,7	0	867774	814378
8	Barrio La Florida	64,6	56,8	61,1	65,5	55,0	0	867903	814968
9	Barrio Panorama	47,3	50,5	54,6	45,2	45,1	0	868138	814557
10	Barrio Divino Niño	36,5	47,0	49,9	48,4	41,6	0	868192	814770
11	Barrio Sur Orientales	48,7	62,1	58,6	52,7	50,4	0	868302	815056
12	Barrio Rafael Azuero	58,2	46,5	53,2	56,0	45,1	0	868597	815348

Con la información anteriormente presentada se calculó, usando la ecuación 4, para cada punto, el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq) diurna y nocturna, ponderación de los 5 decibeles parciales medidos, cuya unidad es dB(A) y representan el nivel de ruido ambiental (cuadro 6).

Cuadro 6. Nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq) diurno y nocturno

Punto		LAeq	LAeq dB
No.	Nombre	dB(A) día	dB(A) noche
1	Barrio Puertas del Edén	60,8	54,8
2	Carrera 20a Sur – Calle 1d Sur	57,3	62,4
3	Carrera 21 – Calle 2	54,9	46,2
4	Barrio Las Acacias	52,5	52,8
5	Parroquia Medalla Milagrosa	77,0	58,9
6	Calle 2e – Carrera 30a	61,9	50,5
7	Barrio Las Acacias III	72,8	57,7
8	Barrio La Florida	76,5	62,3
9	Barrio Panorama	75,6	50,2
10	Barrio Divino Niño	57,9	46,7
11	Barrio Sur Orientales	72,4	57,3
12	Barrio Rafael Azuero	74,2	54,3

Los 3 puntos críticos de nivel de ruido diurno, donde se presentan mayores decibeles, son el 5 (figura 4) con 77,0 dB(A) seguido del 8 (figura 5) con 76,5 dB(A) y el 9 con 75,6 dB(A), en contraste con los menores niveles ubicados en el punto 2, 57,3 dB(A), punto 3, 54,9 dB (A) y punto 4 que es el mínimo con 52,5 dB(A) (figura 6). El 50 % de los puntos se ubican por encima de los 70 dB(A).

Los 3 puntos críticos nocturnos se ubican en el punto 2 con 62,4 dB(A), punto 8 con 62,3 dB(A) y punto 5 con 58,9 dB(A), en contraste con los menores niveles presentados en el punto 9, 50,2 dB(A), el 10, 46,7 dB(A) y el 3, 46,2 dB(A), el menor nivel en la noche. El 67 % de los puntos de ubican entre los 50 y 60 dB(A), el 17% por debajo de los 50 dB(A) y los restantes 17 % por encima de los 60 dB(A).



Figura 4. Fotografía diurna y nocturna del punto crítico 5. Parroquia Medalla Milagrosa



Figura 5. Fotografía diurna y nocturna del punto 8. Barrio La Florida

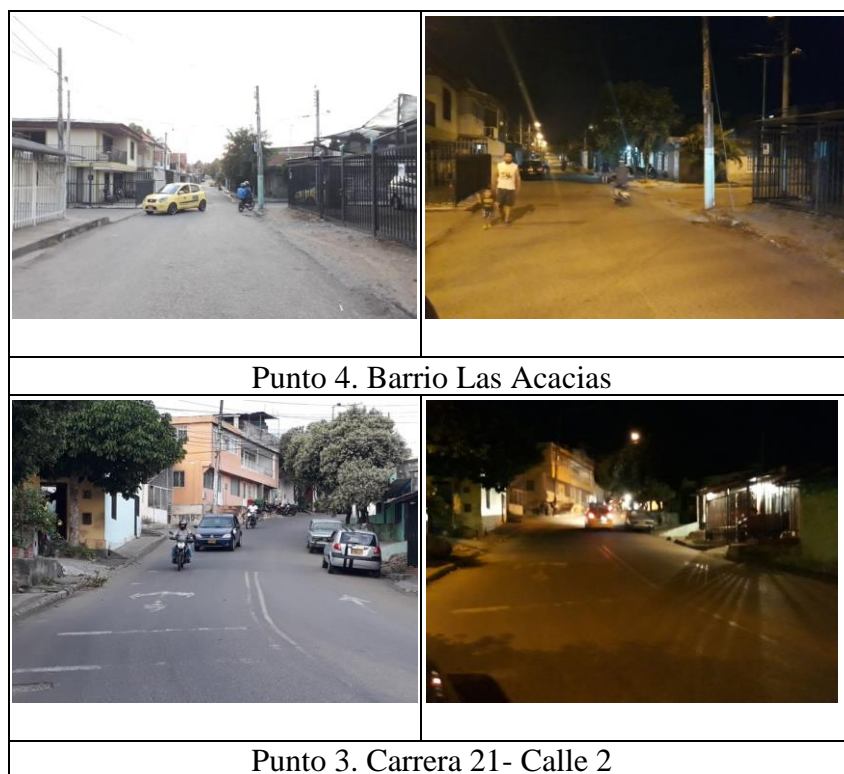


Figura 6. Fotografía diurna y nocturna de los puntos 3 y 4

El punto 5 se localiza en la esquina de un Templo parroquial católico. Junto al punto se ubica una vía de elevado flujo vehicular e importante intersección vial que provoca congestiones de tránsito, y área que marca el inicio de una pendiente obligando a los vehículos motorizados acelerar la marcha. El punto 8, área residencial, es próximo a vía de considerable flujo de automotores y topografía inclinada que obliga a los vehículos acelerar en dicho punto. El punto 9 se encuentra muy al interior de la Comuna en la zona sur oriental. Junto al punto residen personas que tienen el hábito de graduar sus parlantes a elevado volumen y es próximo a un polideportivo muy frecuentado durante el día en actividades recreativas y deportivas, y cercano a billares y establecimientos que expenden licor.

El punto 2, el punto se ubica junto a la Carrera 20a sur, una de las vías más importantes de la Comuna de considerable y fluido tránsito vehicular. Junto al punto se ubican viviendas y algunos locales comerciales. En el punto 3, zona residencial, habitualmente es elevado el tránsito de vehículos, sin embargo, durante los días de las mediciones dicho flujo disminuyó a causa de adecuaciones en vía que alimenta esta calle. El punto 4 es un punto residencial de poco flujo vehicular y de relativa tranquilidad donde los residentes procuran generar bajos niveles sonoros en sus actividades. El punto 10, ubicado frente a Centro de Desarrollo Infantil y junto a escuela de niños, es una zona residencial que a la altura del punto es de relativa calma y con muy poco tránsito de vehículos motorizados.

En el día el nivel máximo de ruido se aleja 24,5 dB del nivel mínimo. En la noche es menor la diferencia, 16,2 dB. En el 83 % de los puntos los decibeles diurnos son mayores que los nocturnos, que van desde el punto 1, con diferencia de 6 dB, hasta el punto 9, con la mayor diferencia, 25,4 dB. El 17 % de los puntos registran mayor ruido en la noche que en el día, estos son el punto 4 con una diferencia de 0,2 dB y el punto 2 con 5,0 dB. El promedio de las diferencias entre niveles diurnos y nocturnos es de 12,5 dB, entre los niveles que son mayores en el día es de 14,5 dB y mayores en la noche, 2,6 dB. En el punto 4 los niveles diurnos y nocturnos son muy similares, sólo se distancian por décimas.

El punto 1 (figura 7) se ubica una de las entradas de la Comuna 8, junto a una importante vía para el municipio de Neiva, la Carrera 15, la cual presenta elevado flujo vehicular, desde la madrugada cerca al amanecer hasta avanzadas horas de la noche, compuesto por transporte pesado, rutas de transporte público municipal, vehículos que ingresan a Neiva por el sur y demás tipo de vehículos. La pequeña diferencia de 6 dB entre el día y la noche puede deberse a este flujo vehicular constante durante casi todo el día.



Figura 7. Fotografía diurna y nocturna del punto 1. Carrera 15

La gran diferencia entre decibeles diurnos mayores a los nocturnos en 25,4 dB, del punto 9, puede deberse a lo manifestado por la población del sector que asegura que en el día se presentan elevados niveles sonoros debido a actividades en el polideportivo, proximidad a billares y establecimientos que expenden licor y hábito de algunos vecinos de escuchar música a elevados decibeles.

El nivel sonoro nocturno que supera en 5 dB al diurno en el punto 2 se debe posiblemente a que, al disminuir un poco el tráfico en las horas nocturnas, los conductores de los vehículos, automóviles y sobre todo motocicletas, aumentan la velocidad revolucionando el motor de la máquina y generando así más ruido. Sin embargo, la baja diferencia de 5 dB señalaría que el tráfico vehicular se extiende desde tempranas horas del día hasta avanzadas horas de la noche.

En el punto 4, la diferencia de sólo 0,2 dB, casi nula, entre el día y la noche puede deberse al poco flujo vehicular presentado durante todo el día en una zona residencial donde las actividades de los residentes generan poco ruido en ambas jornadas.

Con los datos del ruido ambiental y las coordenadas geográficas de los puntos, se construyó el mapa de ruido diurno y nocturno de la Comuna 8 (figura 8 y 9) con su respectiva combinación de colores (cuadro 7).

Cuadro 7. Combinación de colores para representaciones gráficas de los niveles de ruido según Resolución 0627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, 2006)

Zona de ruido dB(A)	Color
Menor de 35	Verde claro
35 a 40	Verde
40 a 45	Verde oscuro
45 a 50	Amarillo
50 a 55	Ocre
55 a 60	Naranja
60 a 65	Cinabrio
65 a 70	Carmín
70 a 75	Rojo lila
75 a 80	Azul
80 a 85	Azul oscuro

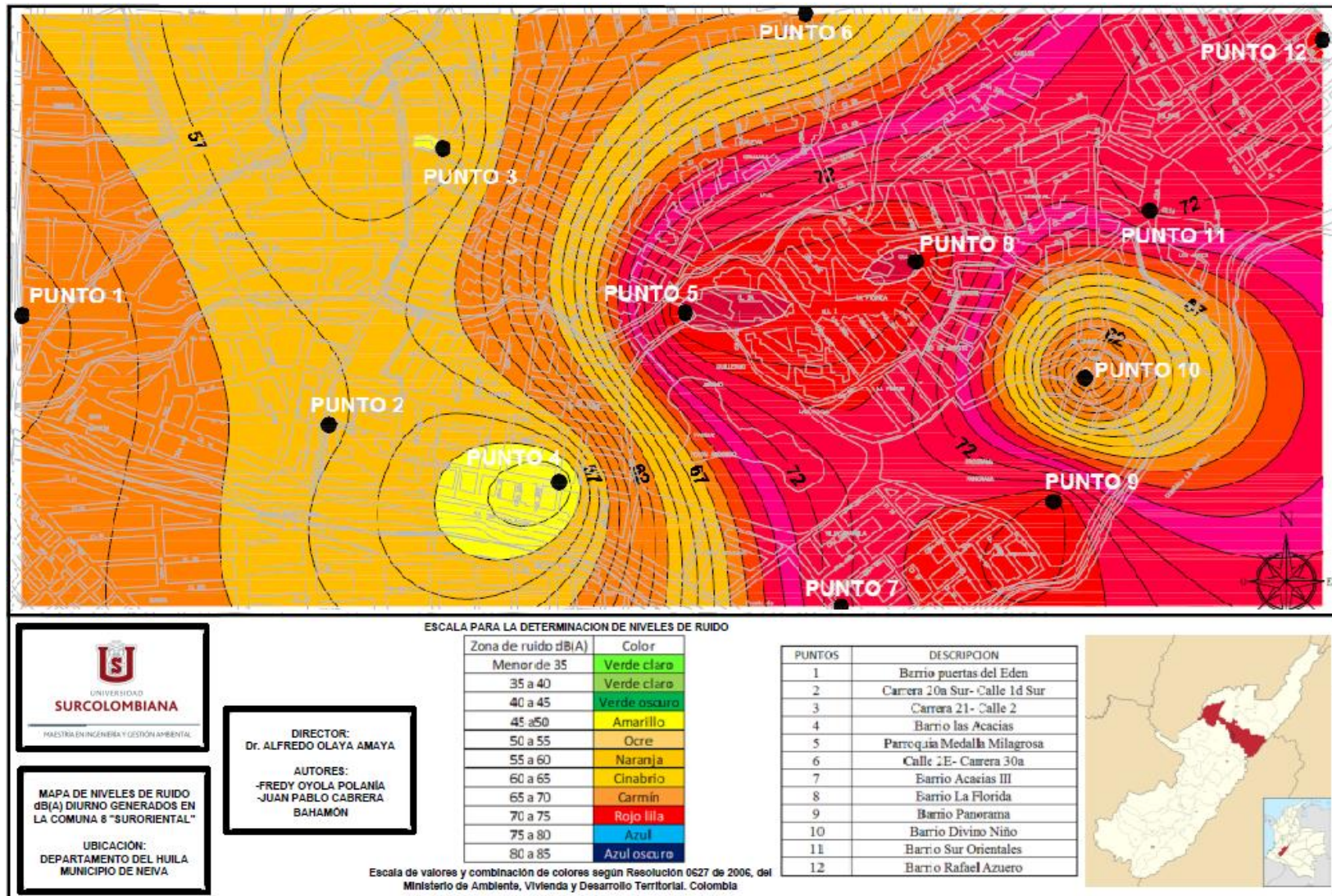


Figura 8. Mapa de ruido diurno Comuna 8

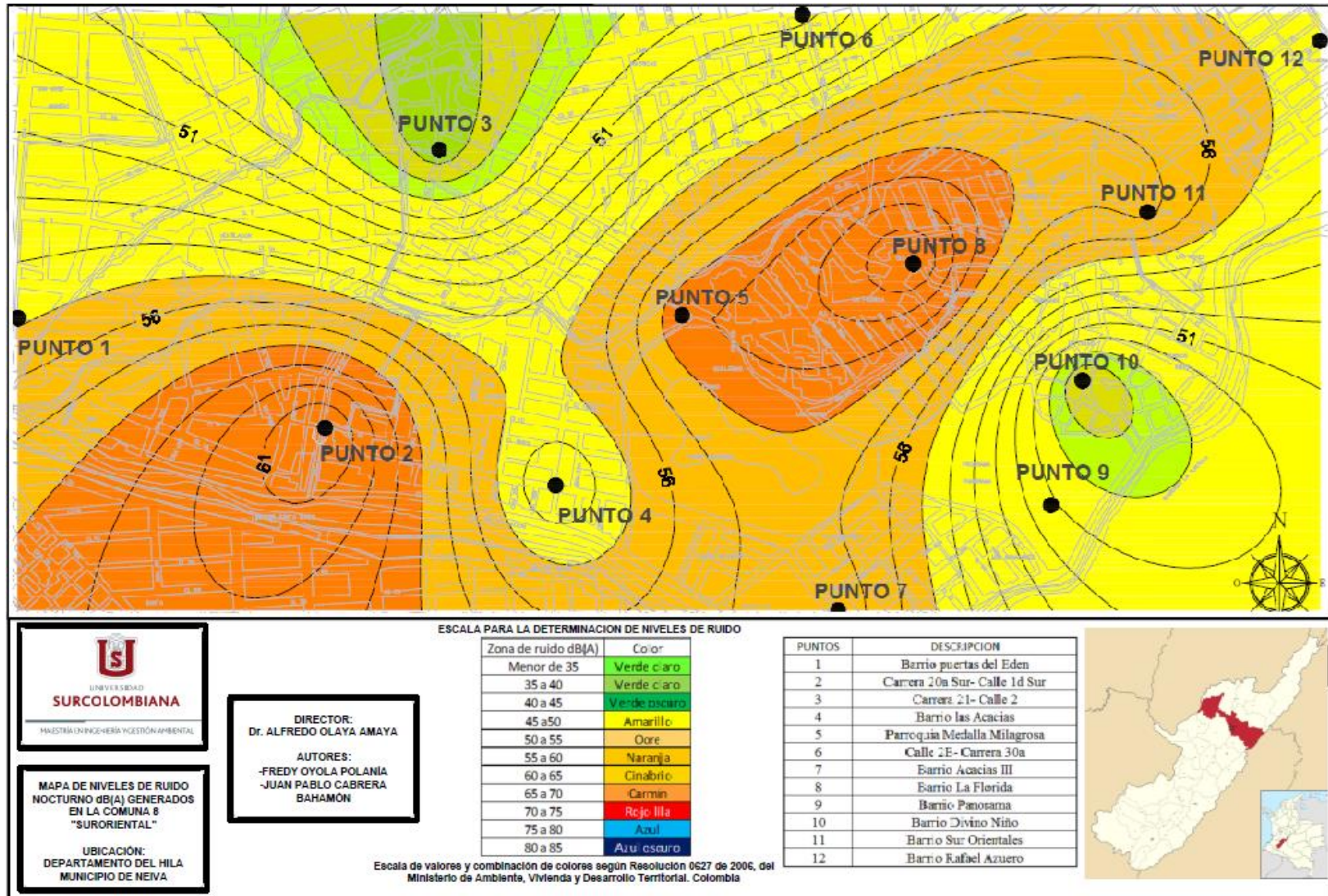


Figura 9. Mapa de ruido nocturno Comuna 8

En el día (figura 8), el 51,1 % (1,17 km²) del territorio de la Comuna presenta niveles de ruido ambiental entre los 52 y 65 dB(A) y el restante 48,9 % (1,12 km²), niveles entre los 65 y 77 dB(A). En la zona central y oriental del territorio son elevados los niveles de variaciones de ruido. Excepto por un área de 0,05 km², el lado oriental es el más ruidoso, al concentrar niveles sonoros superiores a 65 dB(A).

En la noche (figura 9), el 48,8 % (1,12 km²) del territorio de la Comuna presenta niveles de ruido ambiental entre los 46 y 55 dB(A) y el restante 51,2 % (1,18 km²), niveles entre los 55 y 62 dB(A). En la zona sur occidental del territorio se generan niveles superiores a los 57 dB(A) y en la sur oriental inferiores a los 54 dB(A). Junto al área noroccidental se ubican niveles inferiores a los 50 dB(A) hasta llegar al nivel mínimo nocturno, hallado en la Comuna, de 46,2 dB(A).

4.2 Cumplimiento normativo de los niveles de presión sonora

Según el uso de suelos previsto por el POT (Consejo de Neiva, 2009), se presentan al interior de la Comuna 8, áreas previstas para uso residencial, de protección, dotacional, recreacional y comercial (figura 5), y para cada uno, niveles de ruido permitidos por la Resolución 0627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, 2006) (cuadro 8).

La figura 10 presenta, a lo largo de toda la comuna, las áreas previstas para uso residencial corresponden al 71 % del territorio, por tanto es el uso más extenso; las de protección son el 17 % distribuido en áreas de exclusión y rondas y nacimientos hídricos; las de uso dotacional el 12 %, encontrándose escuelas, colegios, institutos, parroquia, templos religiosos, CAI y escuela de Policía; las recreacionales corresponden al 0,2 %, entre parques, polideportivos y zonas verdes y de actividades comunales; y las áreas designadas a uso comercial se encuentran ubicadas en el extremo occidental sobre la Carrera 15 y corresponden al 0,01 % del territorio.

Cuadro 8. Usos de suelo previstos en la Comuna 8 y niveles de ruido permitidos

Usos de suelo	Color	Definición	Ruido permitido	
			Día	Noche
Residencial	Sombra natural	Designadas a proporcionar alojamiento permanente a la población (Consejo de Neiva, 2009).	65	50
Protección	Naranja suave	“Zonas que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, tienen restringida posibilidad de urbanizarse” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2009, p. 129).	55	45
Dotacional	Naranja oscuro	Previstas para actividades de educación, salud, culto, seguridad y defensa (Consejo de Neiva, 2009).	65	50
Recreacional	Violeta puro	Destinadas a actividades de esparcimiento, recreación, deporte y presentación de espectáculos recreativos (Consejo de Neiva, 2009).	70	55
Comercial	Verde puro	Previstas a establecimientos que ofrecen bienes y servicios a personas y empresas (Consejo de Neiva, 2009).	70	55

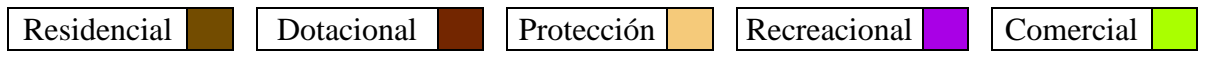
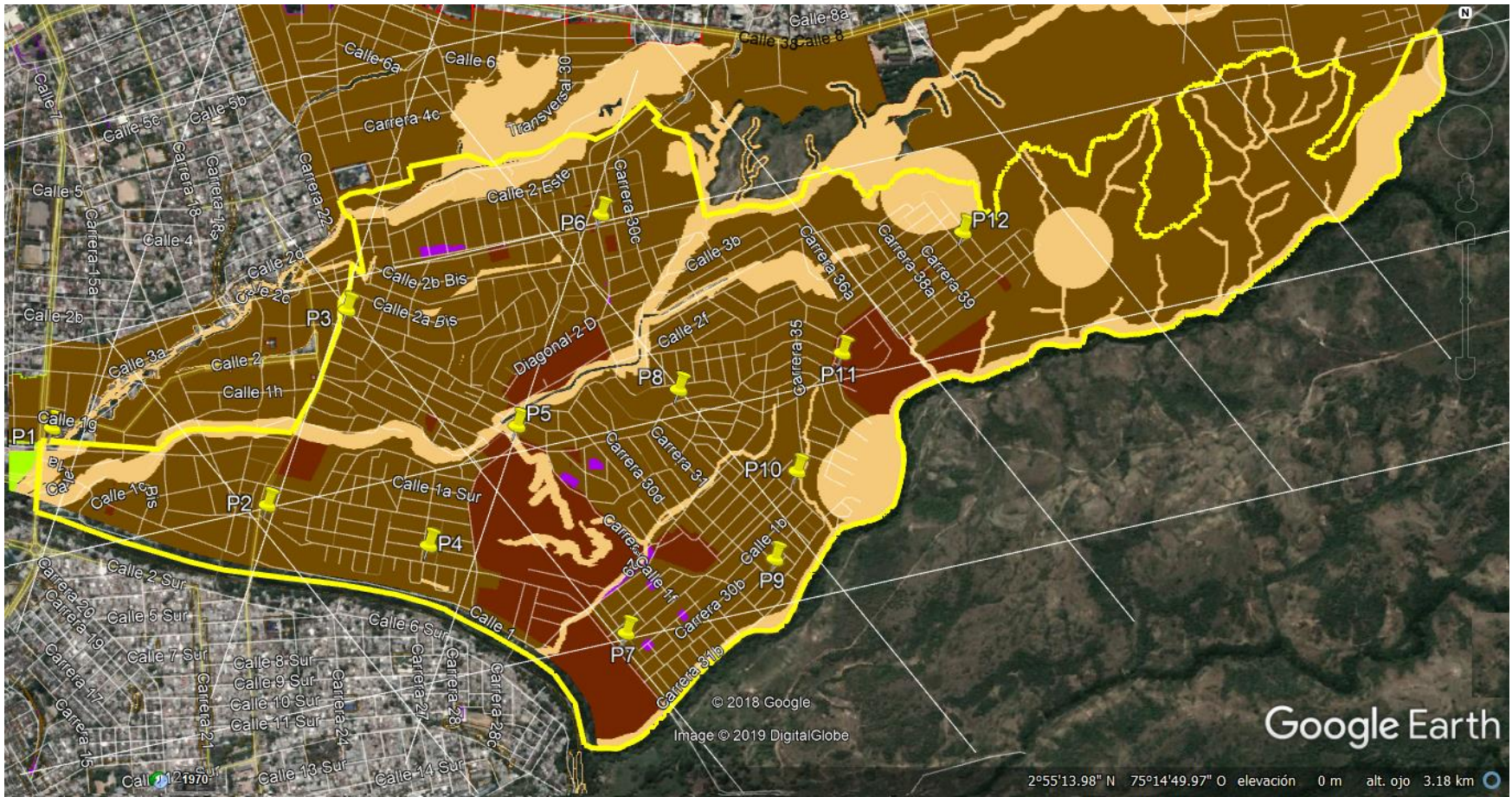


Figura 10. Usos de suelo en la Comuna 8

Aunque son 5 los tipos de uso de suelo previstos para la Comuna, el 75 % de los puntos de medición se ubican en zonas residenciales, el 17 % en áreas de protección, 8 % en dotacionales, 0,2 % en recreacionales y un 0,001 % en comerciales.

En el cuadro 9 se presenta el nivel de cumplimiento, en cada uno de los puntos de medición, de la Resolución 0627 de 2006 de acuerdo con los usos del suelo del POT (Consejo de Neiva, 2009).

Cuadro 9. Cumplimiento de los niveles de ruido en la Comuna 8

No.	Punto Nombre	Usos de suelo Según POT	Horario	dB(A) Comuna 8	dB(A) Norma	Cumple la norma
1	Puertas del Edén	Protección	Diurno	61	55	NO
			Nocturno	55	45	NO
2	Carrera 20a Sur Calle 1d Sur	Residencial	Diurno	57	65	SI
			Nocturno	62	50	NO
3	Carrera 21 Calle 2	Residencial	Diurno	55	65	SI
			Nocturno	46	50	SI
4	Barrio Las Acacias	Residencial	Diurno	53	65	SI
			Nocturno	53	50	NO
5	Parroquia Medalla Milagrosa	Protección	Diurno	77	55	NO
			Nocturno	59	45	NO
6	Calle 2e Carrera 30a	Residencial	Diurno	62	65	SI
			Nocturno	51	50	NO
7	Barrio Las Acacias III	Residencial	Diurno	73	65	NO
			Nocturno	58	50	NO
8	Barrio La Florida	Residencial	Diurno	77	65	NO
			Nocturno	62	50	NO
9	Barrio Panorama	Residencial	Diurno	76	65	NO
			Nocturno	50	50	SI
10	Barrio Divino Niño	Residencial	Diurno	57	65	SI
			Nocturno	47	50	SI
11	Barrio Sur Orientales	Dotacional	Diurno	72	65	NO
			Nocturno	57	50	NO
12	Barrio Rafael Azuero	Residencial	Diurno	74	65	NO
			Nocturno	54	50	NO

El 58 % de los puntos de medición en horario diurno superan los límites de ruido permitidos. En horario nocturno el incumplimiento es de 75 %, mayor que en el día. En consecuencia, el grado de cumplimiento promedio de la presión sonora en la Comuna 8 es del 33 % y su incumplimiento del 67 %. La figura 11 presenta un resumen y representación gráfica de los resultados.

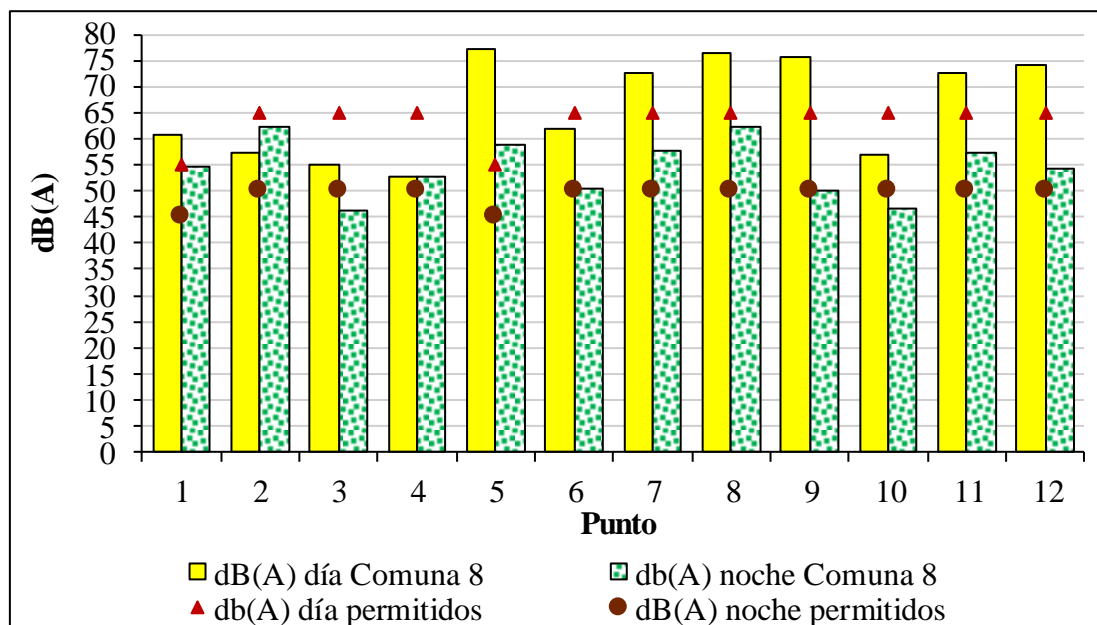


Figura 11. Comparación de los niveles de la Comuna 8 con los permitidos por la norma

En jornada diurna (figura 12), en el 90 % de las áreas de uso de suelo dotacional es superado el límite de 65 dB(A) permitido por la norma en horario diurno, presentándose niveles de ruido ambiental desde los 70 hasta los 75 dB(A). El 66 % del territorio de uso recreativo incumple el límite de 70 dB(A) con niveles entre los 72 y 76 dB(A). En más del 90 % de las áreas de protección son sobrepasados los 55 dB(A) permitidos, alcanzando niveles de hasta 77 dB(A). Las áreas residenciales ubicadas al lado occidental de la Comuna cumplen con los estándares normativos incluyendo una porción menor a 5 hectáreas en el lado oriental. Los niveles de incumplimiento residencial alcanzan los 76 dB(A). En la mínima zona de uso comercial que se encuentra dentro del territorio de la Comuna, los niveles son de 60 dB(A), no sobrepasando los 70 dB(A) máximos permitidos.

En la jornada nocturna (figura 13), la mayoría de las áreas de uso residencial incumplen la norma con niveles máximos de 62,4 dB(A). Sólo la cumplen dos áreas ubicadas en la parte nororiental y junto al límite suroriental de la Comuna. En el uso dotacional sólo 85 m² de estos no superan el límite de 50 dB(A), presentándose niveles de hasta 60 dB(A). El nivel sonoro mínimo presentado en la Comuna es de 46,2 dB(A), indicando que todas las áreas de protección exceden el límite de 45 dB(A). Solo 2 de las áreas de uso recreativas se ubican dentro de los estándares normativos de 55 dB(A) y la pequeña área de uso comercial presenta niveles entre los 54 y 55 dB(A), encontrándose en el límite normativo de 55 dB(A).

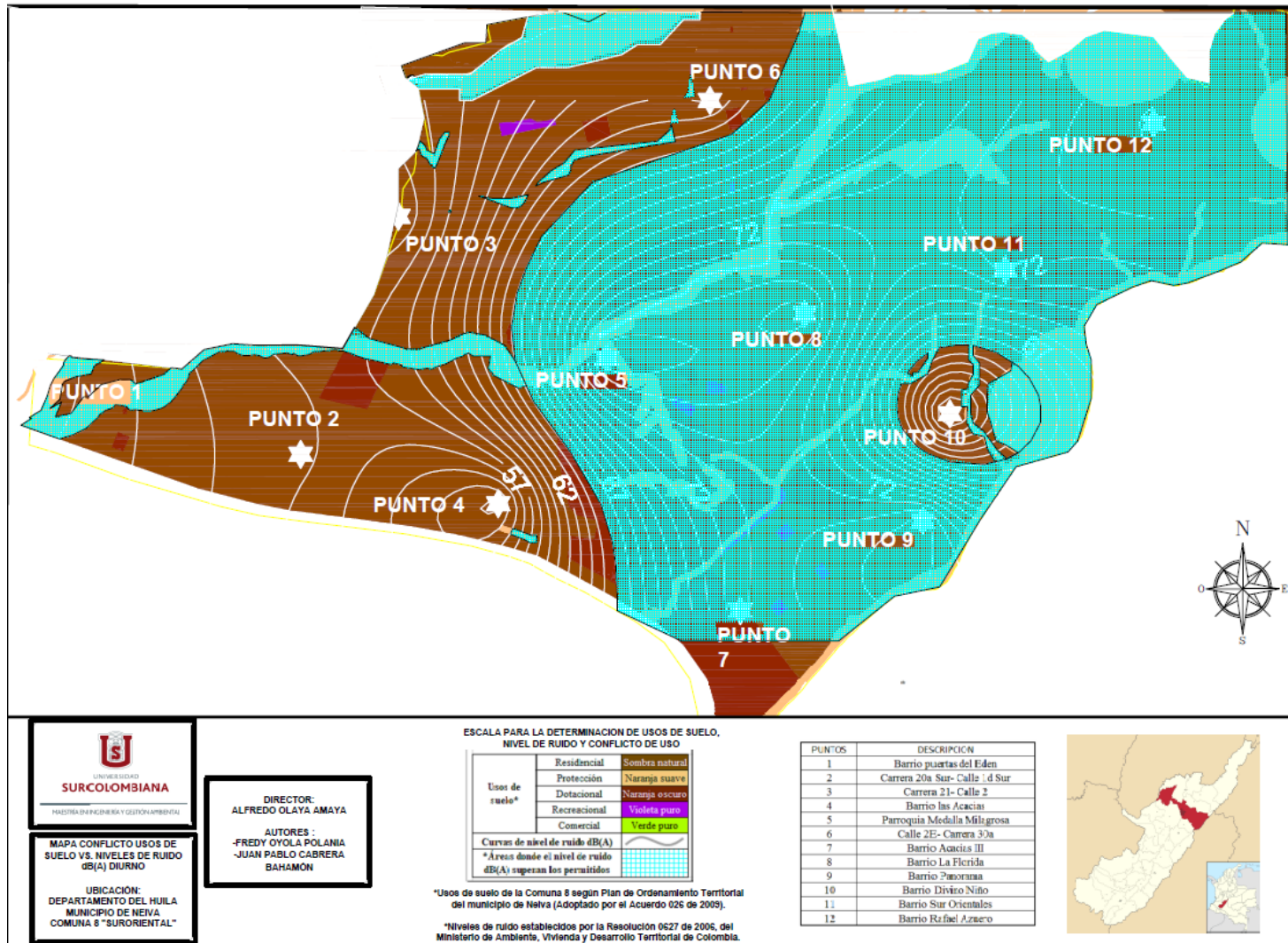


Figura 12. Mapa de conflicto de usos de suelo vs. niveles de ruido diurno. Comuna 8

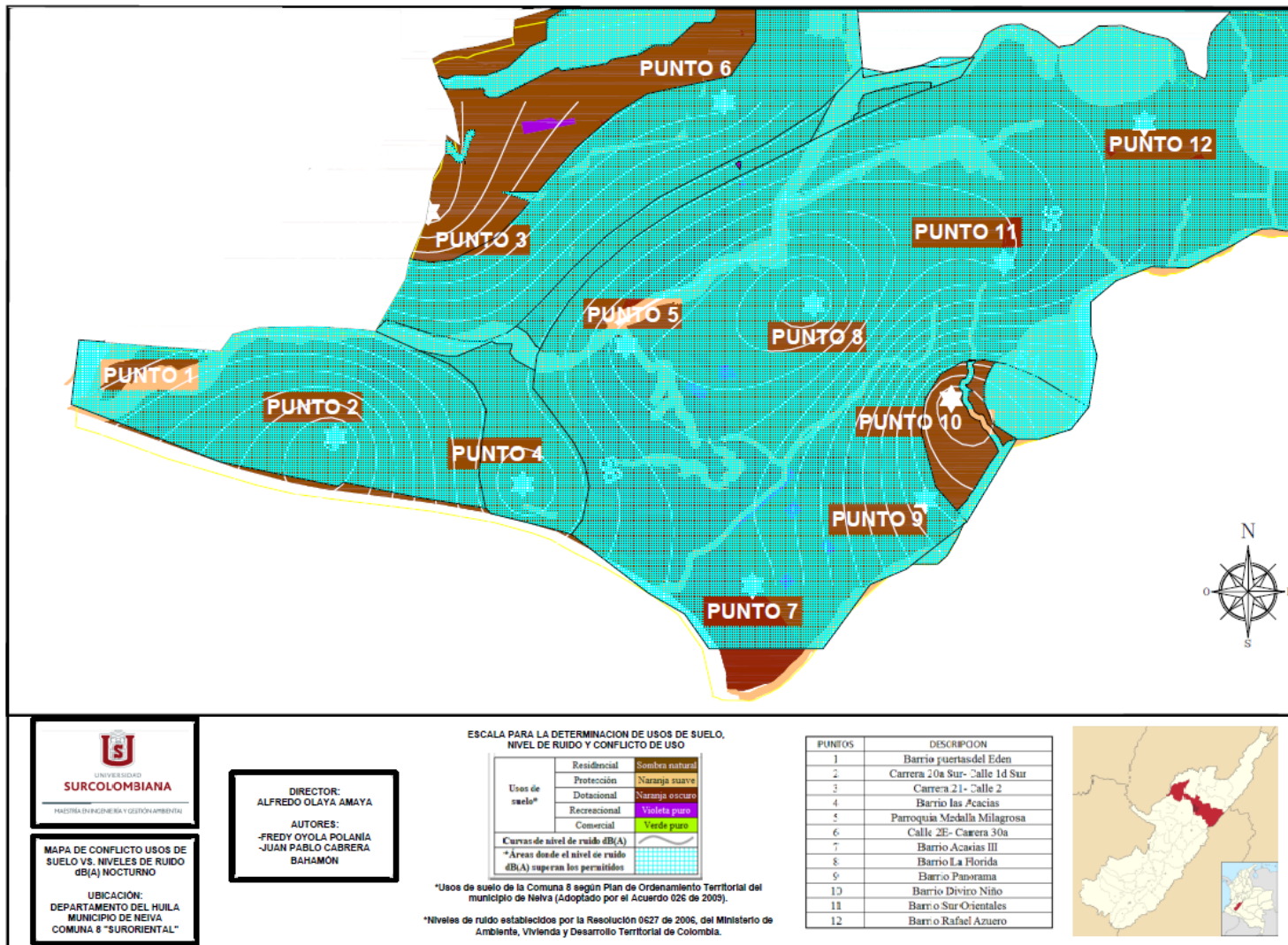


Figura 13. Mapa de conflicto de usos de suelo vs. niveles de ruido nocturno. Comuna 8

4.3 Percepción del ruido por la comunidad

Se logró construir un cuestionario de encuesta conformado por 50 preguntas o ítems (Anexo A) y cada una con única respuesta entre 5 valores (cuadro 10).

Cuadro 10. Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Nada
2	Poco
3	Aceptable
4	Mucho
5	Intolerable

Las fuentes de información que aportaron datos para la elaboración de la encuesta fueron las siguientes: Secretaria Regional Ministerio de Salud de la Región Metropolitana, 2012; Ruido, 1989; Observatorio salud y medio ambiente, 2017; Amo-Sanz, 2016; Morales Suárez-Varela, Llopis González, Cotanda Gutiérrez, García García, & García Rodríguez, 1992; Romo Orozco & Gómez Sánchez, 2013; Encuesta sobre el imacpto de la contaminación por ruido en el Municipio de Cocorná - Antioquía, s.f.; Gómez-Cano Alfaro, s.f.; González Salgado, 2006; Ayuntamiento de Granada, 2015.

Siendo 12 el número de puntos de medición que se seleccionaron, el tamaño de la población (N) resultó ser 24 y el tamaño óptimo de la muestra igual a 23 (ecuación 1 y 2), en consecuencia, se aplicó la encuesta a 23 personas distribuidas en los puntos de medición, de a dos por punto, excepto en uno de ellos. El método de selección de las unidades experimentales se realizó de manera aleatoria. Con los datos de obtenidos de la de la aplicación de la encuesta se calculó el Coeficiente de Alfa de Cronbach (ecuación 3) cuyo resultado fue de 0,94, indicando (cuadro 2) una encuesta de alto valor de confiabilidad.

Al contar con gran volumen de respuestas y por razones de presentación, se graficó, de la gráfica 14 a la 18, la cantidad de encuestados que eligieron la respuesta predominante en cada uno de los ítems. Sobre las barras de estas gráficas se ubica el número de encuestados, su porcentaje y la letra que representa la respuesta predominante (cuadro 11) de cada pregunta.

Cuadro 11. Opciones de respuesta del instrumento

Nivel	Descripción	Abreviatura
1	Nada	N
2	Poco	P
3	Aceptable	A
4	Mucho	M
5	Intolerable	I

En la encuesta aplicada se midió el nivel de percepción sonora de la población residente en la Comuna 8, evaluando la percepción de las características del ruido (figura 14), la molestia apreciada por contacto con las fuentes emisoras de ruido y el grado de afectación de este a la concentración mental y comunicación verbal (figura 15), como también la molestia que genera el ruido durante la semana y fin de semana a distintas horas del día (figura 17), en la realización de diferentes actividades (figura 18), y al ruido generado por diferentes fuentes (figura 16).

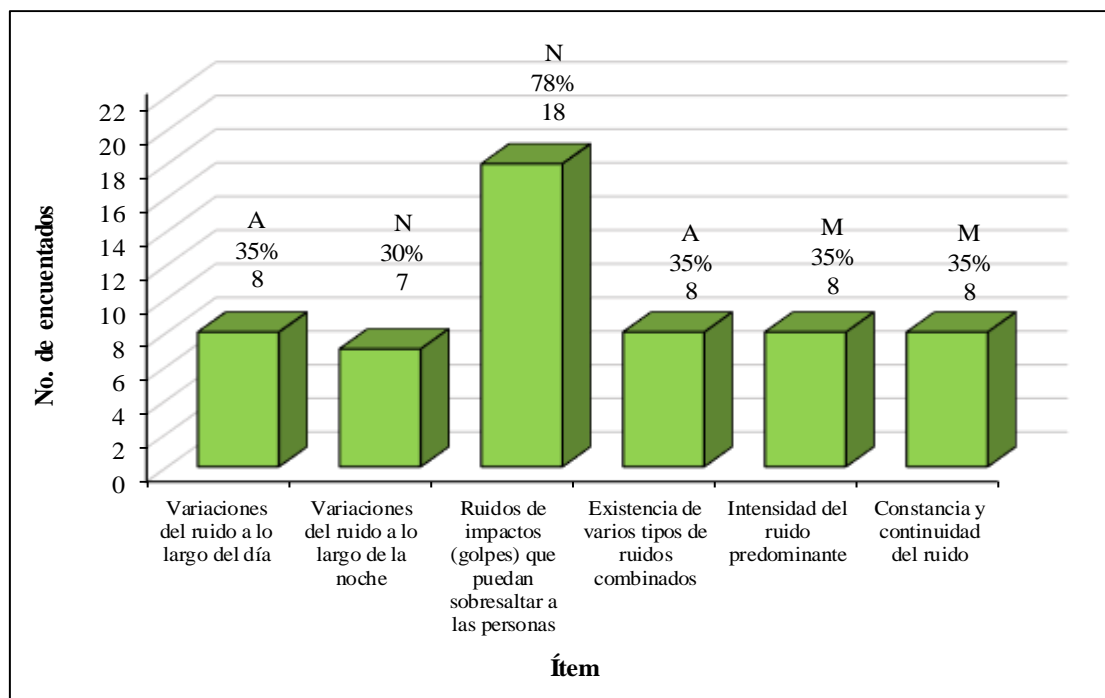


Figura 14. Percepción de las características del ruido

El 78 % de la población (figura 14) percibe muy poca presencia de ruidos generados por impactos o golpes que pueden alterar a las personas. Para el 35 % las variaciones del ruido en el día son aceptables y para el 30 % son insignificantes en la noche. El 35 % de la población percibe elevada presencia de ruido constante y continuo y en el mismo grado de percepción, intensidad de ruidos predominantes. Para el 35 % es aceptable la existencia de varios tipos de ruidos combinados.

De acuerdo con el 39 % de la población (figura 15), es insignificante el grado de distracción que puede generar el ruido en el desarrollo de las actividades diarias, en el mismo nivel de percepción se encuentra la molestia de la presión sonora del barrio al interior de la casa (30 %) y la necesidad de forzar la atención del receptor para que exista una comunicación cómoda (43 %).

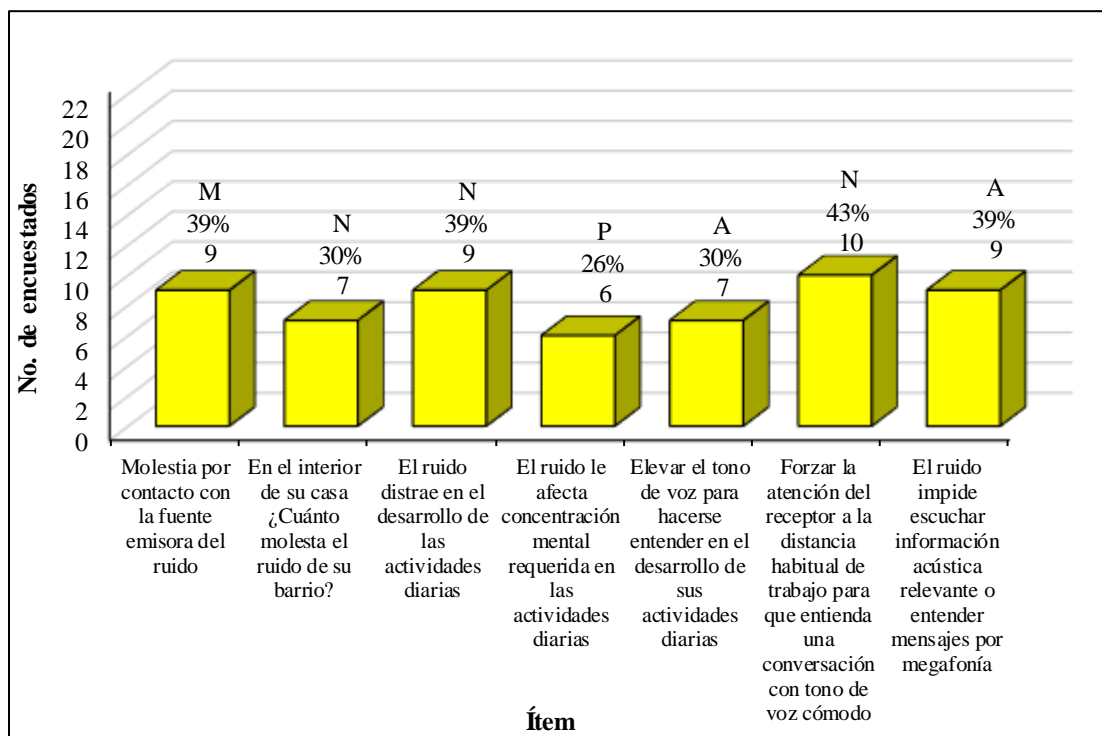


Figura 15. Molestia apreciada por contacto con fuente emisora y afectación del ruido a la concentración mental y comunicación verbal

Se percibe (figura 15) que el ruido afecta poco la concentración mental requerida en las actividades cotidianas. Esto puede deberse a que algunas personas acostumbran escuchar música a elevados niveles sonoros mientras realizan actividades hogareñas y laborales. Para el 30 % de la población es aceptable la necesidad de elevar el tono de voz para hacerse entender y la interferencia causada por el ruido en la escucha de mensajes por megafonía (39 %). En contraste, es considerable la molestia generada por contacto con fuentes que emiten ruido (39 %).

Según el 100 % de la población (figura 16), el ruido diurno y nocturno generado por bodegas, aserraderos, obras en construcción y por uso de aviones y helicópteros, no les afecta en lo absoluto. Para el 52 %, en el día y la noche, es insignificante la molestia por música proveniente del exterior. De igual manera, es mínima la perturbación por voces exteriores (87 %).

De acuerdo con el 91 % de la población, es insignificante la afectación de la presión sonora proveniente de iglesias, lugares de culto, industrias, talleres, bares y discotecas. Lo anterior puede deberse a que muchas personas frecuentan establecimientos que expenden licor o que gustan del tipo de música que se escucha en dichos lugares y el nivel sonoro que emiten.

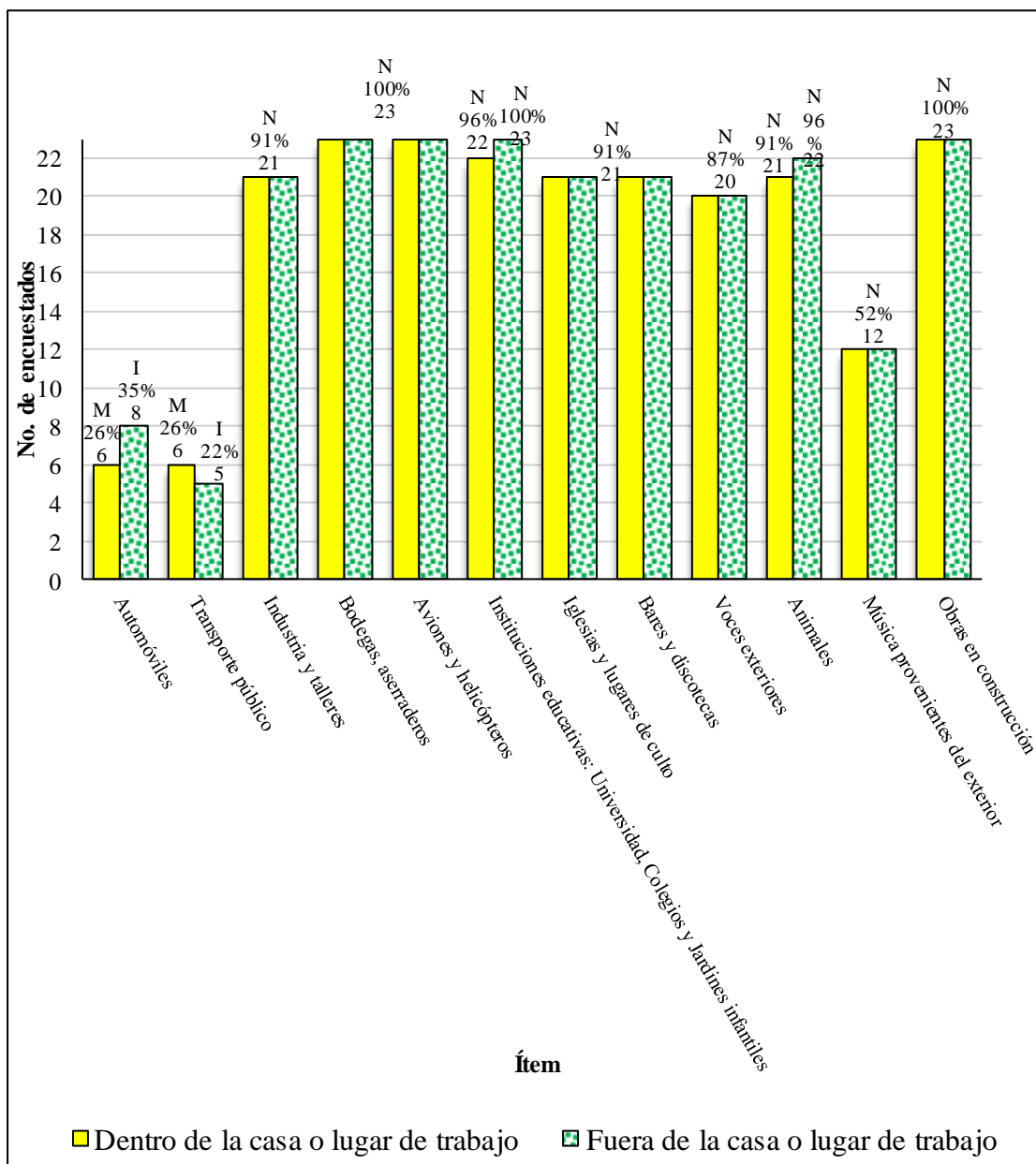


Figura 16. Molestia a causa del ruido generado por diferentes fuentes

En jornada diurna, para un 96 % de la población es insignificante la molestia de ruido proveniente de instituciones educativas y para un 91 % el generado por animales, y en jornada nocturna, para un 100 %, es mínima la afectación por ruido de las instituciones educativas y para un 96 % el de animales.

Según el 26 % de la población, es considerable en el día la molestia por presión sonora proveniente de automóviles y transporte público, y para el 35 y 22 %, respectivamente, es intolerable el ruido de estos en horario nocturno.

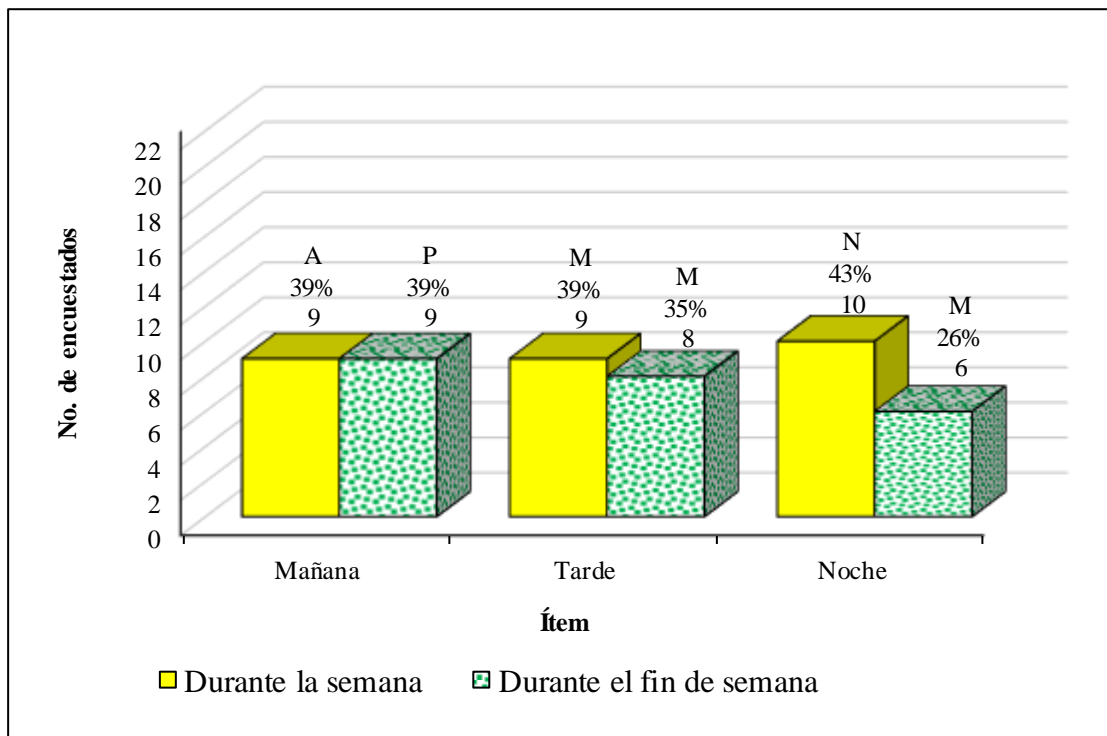


Figura 17. Molestia a causa del ruido, durante la semana y fin de semana a distintas horas del día

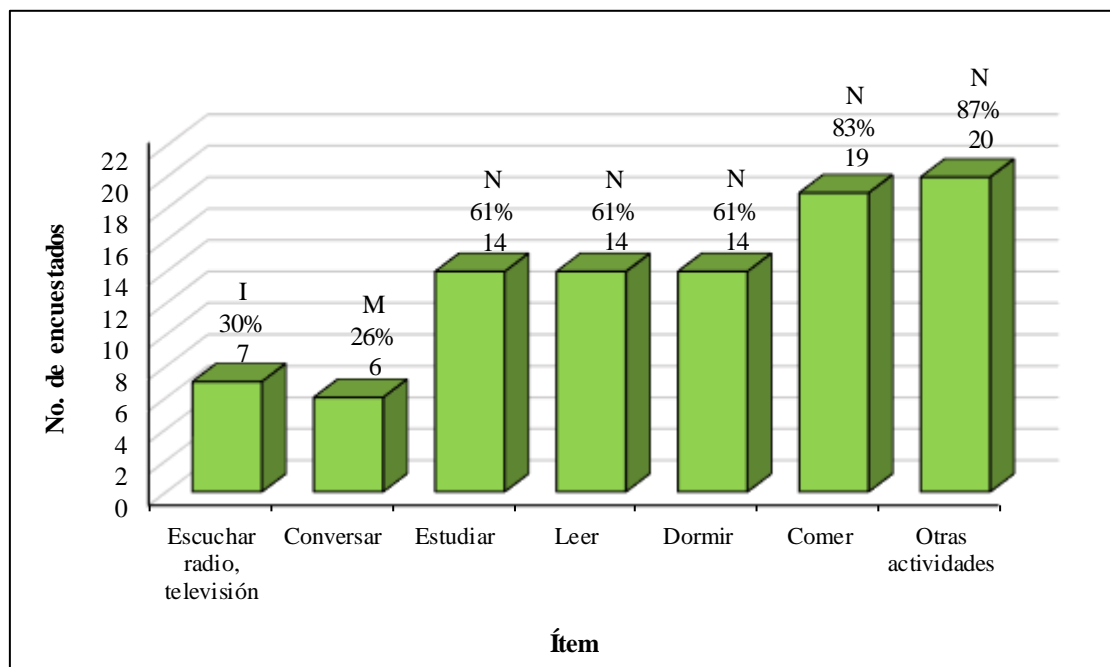


Figura 18. Molestia a causa del ruido para realizar diferentes actividades

De acuerdo con el 39 % de la población (figura 17), es aceptable la molestia por ruido en horas de la mañana durante la semana y baja los fines de semana. En horas de la tarde, el 39 % de la población percibe afectación considerable los días entre semana y 35 % los fines de semana. En horas de la tarde, el 43 % percibe nula afectación durante la semana y un 26 % considerable molestia los fines de semana.

Para el 30 % de la población (figura 18), el ruido de manera intolerable afecta la escucha de radio y televisión y para el 26 %, interfiere considerablemente en las conversaciones. Es insignificante para el 61 % la molestia por ruido en el desarrollo de actividades como estudiar, leer, dormir. Para el 83 % el ruido no les afecta en lo absoluto al momento de comer, y para el 87 % la presión sonora no interfiere en otras actividades.

En el 62 % de los 50 ítems de la encuesta, la respuesta predominante es N (Nada), el 4 % P (Poco), el 10 % A (Aceptable), 18 % M (Mucho) y el 6 % I (Intolerable). Por tanto, en general, el nivel de percepción de ruido, su afectación y molestia en la población, es nula en un 62 %, poca en un 4 %, aceptable 10 %, considerable 18 %, e intolerable en un 6 %. Este elevado nivel de percepción del ruido, como algo insignificante y de nula afectación, puede deberse al variado rango de edades en la muestra de la población, comprendidas entre los 18 y 78 años; 17 % menores de 25 años y 26 % mayores de 60, de tal manera que algunos jóvenes habitan escuchar música a elevados niveles, haciéndoles indiferentes a perturbaciones sonoras y los mayores en edad, bien sea porque a medida que avanzan los años las personas pierden capacidad auditiva o porque la estadía permanente y prolongada en áreas muy ruidosas les hace acoplarse a las condiciones, por lo que no perciben el ruido y por tanto no les molesta.

4.4 Apropiación social del conocimiento

Se sustentó este trabajo de grado mediante una presentación en Power Point a los jurados, estudiantes y docentes de la Maestría en Ingeniería y Gestión ambiental de la Universidad Surcolombiana, a los jurados de la sustentación y docentes.

Se realizó divulgación radial (figura 19) de los resultados de este trabajo a través del espacio llamado “De buen ambiente” de la Radio Universidad Surcolombiana, dirigido a la audiencia de dicha emisora. Se abordaron generalizadas acerca del ruido, los resultados encontrados en esta investigación, la afectación en la población y posibles medidas encaminadas a disminuir el ruido en la Comuna 8 y en la ciudad de Neiva.

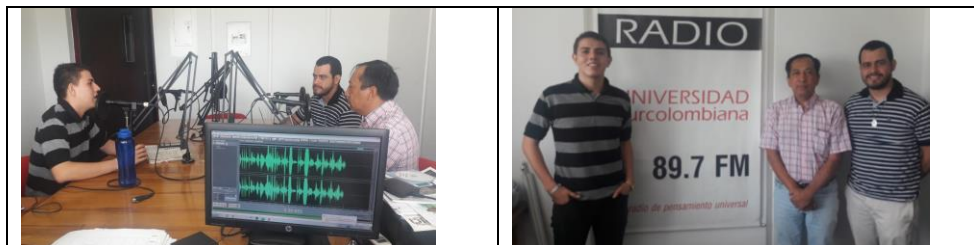


Figura 19. Registro fotográfico de programa en emisora

5. Conclusiones

Estudios de ruido en muchas partes del mundo, en Colombia y al interior de la ciudad de Nieva, concuerdan con los resultados de este trabajo de grado, donde se estima que en gran parte del territorio de la Comuna 8 son superados los niveles permitidos por la norma, en consecuencia, es más probable que el ruido existente afecte la población.

La metodología diseñada y aplicada permitió determinar los niveles de ruido y compararlos con los límites permisibles de la Resolución 627 de 2006, definir los puntos críticos de presión sonora, identificar tipos de usos de suelo para clasificación de zonas urbanas y medir el nivel de percepción de la comunidad frente a la contaminación sonora.

Se identificaron en el horario diurno niveles sonoros entre los 52,5 y los 77,0 dB(A), y nocturno desde los 46,2 hasta los 62,4 dB(A); en consecuencia los niveles en el día son mayores que en la noche, sin embargo, frente a los límites permitidos por la Resolución 0627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, 2006) y ubicados en los usos de suelo que establece el POT (Consejo de Neiva, 2009), el incumplimiento nocturno (75 %) es mayor al diurno (58 %). Esto se debe a que la norma es más estricta en los niveles nocturnos que diurnos; en este sentido, para el caso de las áreas destinadas a la protección, una pequeña porción cumple en el día el límite normativo de 55 dB(A); por el contrario, en la noche el cumplimiento es nulo superándose en la totalidad de dichas áreas los permitidos 45 dB(A). Además, en algunos puntos la escasa diferencia entre los niveles diurnos y nocturnos indicaría que, aunque el flujo vehicular es superior en el día, en la noche, ciertos conductores al encontrar las vías menos ocupadas, aceleran sus vehículos, aumentando la revolución de los motores y así, emitiendo niveles considerables de ruido. Adicionalmente, según la población encuestada, las molestias por ruido son considerables en horas de la noche.

Los elevados niveles sonoros presentados en la Comuna pueden ser generados por el uso excesivo de pitos y bocinas por parte de conductores impacientes, por congestiones de tránsito en ciertos puntos viales de la Comuna, excesiva aceleración de vehículos, hábitos de algunos residentes de escuchar música a elevados niveles sonoros, cercanía de zonas residenciales a lugares que expende licor, como billares y a áreas dedicadas a actividades sociales, recreativas y deportivas, como polideportivos.

Según la aplicación de la encuesta, las mayores afectaciones por ruido provienen del transporte público y automóviles, los cuales generan mayor molestia en horas de la noche. También se presentan ruidos constantes y continuos, niveles sonoros que pueden alterar a las personas, mayor incomodidad por ruido en horas de la tarde y noche, sobre todo los fines de semana, y considerable afectación a actividades como conversar y escuchar radio y televisión.

De acuerdo con los resultados de la encuesta y el resultado del incumplimiento en los niveles de ruido, es probable que la población esté sufriendo deterioro de la audición; por ende, es necesario proponer y ejecutar estrategias que disminuyan los niveles de presión sonora, acompañados de exámenes de audiometría.

Los mapas de ruido diurno y nocturno indican mayores niveles sonoros en el día que en la noche, en ambos mapas la variedad de colores y su distribución es una clara representación de las variaciones de los niveles sonoros al interior de la Comuna. Las herramientas geográficas y de dibujo fueron muy útiles en la construcción de estos mapas.

El conocimiento que aporta esta investigación podría ser de utilidad en la toma de decisiones por parte de entidades municipales y ambientales de Neiva y en la creación de programas y campañas educativas y de salud enmarcado en políticas públicas que atraigan recursos orientados al control y manejo de la problemática generada por el ruido presente en Neiva. Creación de programas donde se capacite la comunidad en temas relacionados con el ruido y sus efectos sobre la salud humana; en manejo seguro y preventivo de vehículos; en la pertinencia de días sin carro; en la aplicación y participación de horarios de pico y placa, en el uso de la bicicleta como medio de transporte para el personal de las empresas; en la reducción de uso de pitos y bocinas.

Bibliografía

- Alcaldía de Neiva. (2010). Plan Estratégico Local de la Comuna 8. “Hacia el Desarrollo Social y Comunitario 2011-2015.” Neiva, Colombia, 63 p.
- Alcaldía de Neiva. (2017). Decreto Municipal de Neiva 0697 del 13 de junio 2017. Neiva, Colombia, 7 p.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2009). Decreto 190 del 22 de junio de 2004. Colombia, Bogotá, 65 p.
- Amo-Sanz, D. (2016). *Contaminación acústica causada por el transporte transpirenaico en el País Vasco y Cataluña: una aproximación estadística – Proyecto TransPI*. (Propuesta de Trabajo Fin de Carrera Ingeniero Técnico Agrícola en Hortofruticultura y Jardinería). Universidad Pública de Navarra. Pamplona. Retrieved from file:///C:/Users/HpPavilion/Downloads/629357 (1).pdf
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia. Bogotá, Colombia, p. 125.
- Ayuntamiento de Granada. (2015). Encuesta para la valoración de la respuesta comunitaria frente al ruido ambiental (molestia) en la ciudad de Granada.
- Casas-García, O., Betancur-Vargas, C. M., & Montaña-Erazo, J. S. (2015). Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. *Entramado*, 11(1), 264–286.
- Castro, Cerquera, & Olaya. (2019). Instrumento de medición de niveles de presión sonora. Guía metodológica Seminario de actualización en “monitoreo de la calidad del aire.”
- Castro, J. K. (2018). Niveles de presión sonora y mapas de ruido. Guía práctica de laboratorio, Maestría en Ingeniería y Gestión ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia, p. 4.
- Castro, J. K., Cerquera, N. E., & Escobar, F. H. (2015). Model of economic value for the desertification process of the “Tatacoa Dessert.” *Journal Of Engineering And Applied Sciences ISSN: 1819-6608*, 10(8), 6.
- Castro, J. K., & Ramírez, V. E. (2009). *Diagnóstico de los Niveles de Gestión de la Higiene y de la Calidad en Empresas del Sector Agroalimentario del Departamento del Huila*. (Trabajo de grado presentado para optar al Título de Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Neiva. p. 117.
- Conferencia de la Naciones Unidas. (1972). Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo, Suecia, p. 4.
- Conferencia de las Naciones Unidas. (1992). Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Rio de Janeiro, Brasil, p. 5.
- Congreso de Colombia. (1979). Ley de la Protección del Medio Ambiente. [Ley 09 del 24 de enero de 1979]. Bogotá, Colombia, p. 57.
- Consejo de Neiva. (2009). Plan de Ordenamiento Territorial de Neiva. [Acuerdo 026 de 2009]. Neiva, Colombia, 251 p.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM]. (2015). Mapas de ruido ambiental para sus áreas críticas prioritarias y plan de descontaminación por ruido

- del Municipio de Neiva, de conformidad con lo establecido en la Resolución No. 627 de 2006. Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM] y Universidad Nacional de Colombia. (2011). Niveles de ruido ambiental en la zona microcentro del Municipio de Neiva-Huila. Colombia.
- Cuellar, Z., Díaz, K., & Taborda, Y. (2014). Niveles de ruido ambiental en la Universidad Surcolombiana (Sede Central). *Entornos*, (27), 26. <https://doi.org/10.25054/01247905.507>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2005). Proyección de población municipal por área. Periodo 2005-2020. Colombia.
- Dulgarte, A. J. (2013). *Impacto ambiental de la contaminación generada por el ruido en la estación central de policía del Municipio de Neiva y zona periférica*. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental). Universidad Corhuila. Neiva.
- Echeverri, C. A., & González, A. E. Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas, 10 *Revista Ingenierías* 51–59 (2011).
- Encuesta sobre el impacto de la contaminación por ruido en el Municipio de Cocorná - Antioquía. (n.d.). Encuesta sobre el impacto de la contaminación por ruido en el Municipio de Cocorná - Antioquía.
- Estrada-Rodríguez, C., & Mendez-Ramírez, I. (2010). Impacto del ruido ambiental en estudiantes de educación primaria de la ciudad de México. *Revista Latinoamericana De Medicina Conductual*, 1(1), 57–68.
- Germán-González, M., & Santillán, A. (2006). Del concepto al de paisaje sonoro. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 1(10), 39–52.
- Gómez-Cano Alfaro, M. (n.d.). Ruido: Evaluación y Acondicionamiento Ergonómico. España, Madrid, 35 p.
- González Salgado, S. A. (2006). *Elaboración de una Encuesta Sobre Percepción de Ruido Ambiental para ser Aplicadas en Familias del Programa Puente de la Comuna de Chimbarongo*. (Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Acústica y al Título Profesional de Ingeniero Acústico). Universidad Austral de Chile. Valdivia. Retrieved from <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfciu.41i/doc/bmfciu.41i.pdf>
- Guerrero, C. E., Osorio, A. V., & Polania, M. D. (2016). *Determinación de los niveles de ruido y sus efectos en ocho barrios de la Comuna 1 de la Ciudad de Neiva*. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental). Universidad Corhuila. Neiva.
- Hernández, D. (2010). Cómo calcular el tamaño de la muestra. Consultado el 20 de enero de 2019, disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Y0XLJnGbFQs>. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=Y0XLJnGbFQs>, disponible en: International Organization for Standardization [ISO]. (2003). ISO 1996-1:2003. Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
- International Organization for Standardization [ISO]. (2007). ISO 1996-2:2007.

- Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of environmental noise levels. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00393-018-0552-0>
- López-Ugalde, A. C., Fajardo-Dolci, G. E., Chavolla-Magaña, R., Mondragón-Gongález, A., & Robles, M. I. (2000). Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. *Revista Facultad de Medicina Universidad Nacional de México*, 43(2), 41–42.
- Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (1995). Norma Nacional Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire. [Decreto 948 del 5 de junio de 1995]. Bogotá, Colombia, 57 p.
- Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (2006). Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental. [Resolución 0627 del 7 abril 2006]. Bogotá, Colombia, p. 30.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015]. Bogotá, Colombia, p. 653.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (1983). Norma sobre protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. [Resolución 8321 del 4 agosto 1983]. Colombia.
- Miyara, F. (2004). *Ruido urbano: tránsito, industria y esparcimiento. Cierre de la primera etapa del convenio (MVOTMA) - UdelaR*. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) de la República Oriental del Uruguay, Dirección de Medio Ambiente (DINAMA) y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (UdelaR) (Uruguay).
- Molina, J. L., & Villalba, G. F. (2015). *Estudio del ruido en la troncal trasmilenio tramo Heroes-Museo*. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Civil). Universidad de La Salle. Bogotá D.C.
- Montes, D., Barrigón, J. M., Gozalo, G., Moraga, P., Vílchez, R., Méndez, J. A., & Rubén, M. (2016). Mapas De Ruido Y Metodologías De Medida Basadas En Iso 1996. *European Acoustics Association*, 1–9.
- Morales Suárez-Varela, M. M., Llopis González, A., Cotanda Gutiérrez, P., García García, A. M., & García Rodríguez, A. (1992). Evaluación de los efectos del ruido ambiental sobre los residentes en el centro histórico de Valencia. *Revista San HiG Púb*, (66), 239–244.
- Moreno, A., & Martínez, P. (2005). El ruido ambiental urbano en madrid. caracterización y evaluación cuantitativa de la población potencialmente afectable. *Boletín de La A.G.E.*, (40), 153–180.
- Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía [OSMAN]. (2009). Ruido y Salud. *Junta de Andalucía*. <https://doi.org/10.1145/2382336.2382386>
- Observatorio salud y medio ambiente. (2017). Ruido y salud en Madrid. España, Madrid, 98 p.
- Olaya, S., González, A., & Flórez, M. F. (2016). *Mediciones de los niveles de ruido ambiental en la Comuna No. 3*. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental). Universidad Corhuila. Neiva.

- Ortega, M., & Cardona, J. (2005). Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 23(2), 70–77.
- Pacheco, J., Franco, J., & Behrentz, E. (2009). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto. *Revista de Ingeniería*, (30), 72–80.
- Pathak, V., Tripathi, B., & Mishra, V. (2008). Evaluation of traffic noise pollution and attitudes of exposed individuals in working place. *Atmospheric Environment*, 42(16), 3892–3898.
- Platzer, L., Iñiguez, R., Cevo, J., & Ayala, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, (67), 122–128.
- Presidencia de la República de Colombia. (1974). Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. [Decreto 2811 del 189 de diciembre de 1974]. Bogotá, p. 64.
- Presidencia de la República de Colombia. (1982). Decreto 02 de 1982. Bogotá, Colombia, p. 42.
- Quiroz-Arcenales, L., Hernández-Flórez, L. J., Corredor-Gutiérrez, J. C., Rico-Castañeda, V. A., Rugeles-Forero, C., & Medina-Palacios, K. (2013). Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, 2010. *Rev. Salud Pública*, 15(1), 116–128. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v15n1/v15n1a11.pdf>
- Ramírez, J. S., García, L. A., & Mosqueras, A. M. (2016). *Medición del nivel del ruido ambiental en la Comuna Siete de la Ciudad de Neiva*. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental). Universidad Corhuila. Neiva.
- Romo Orozco, J. M., & Gómez Sánchez, A. (2013). La percepción social del ruido como contaminante. *Ordenamiento Territorial y Participación Social*, 271–293. Retrieved from <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/670/cap10.pdf>
- Ruido. (1989). Ruido 13.
- Santos, E. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. *Revista Industrial Data*, 10(1), 11–15.
- Secretaria Regional Ministerio de Salud de la Región Metropolitana. (2012). Impacto en la salud y calidad de vida por ruido de tráfico vehicular en edificios residenciales de Santiago. Estudio piloto. Santiago, Chile, p. 9.
- Tafur, M. A., & Salinas, C. D. (2016). *Medición de los niveles de ruido ambiental en la Comuna Tres de Neiva - Huila*. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental). Universidad Corhuila. Neiva.
- World Health Organization [WHO]. (1999). Guidelines for Community Noise, (April).
- World Health Organization [WHO]. (2001). Fact sheet N°258: Occupational and community noise, 5.
- World Health Organization [WHO] Regional Office for Europe. (2009). Night Noise Guidelines for Europe, 154.

Anexos

Anexo A. Formato de encuesta aplicada en la Comuna 8

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN NIVELES DE PERCEPCIÓN SONORA

1. Identificación del entrevistado

1.1 Edad	_____
1.2 Género	Femenino (<input type="checkbox"/>) Masculino (<input type="checkbox"/>)
1.3 Último grado cursado:	Sin escolaridad (<input type="checkbox"/>) Primaria (<input type="checkbox"/>) Secundaria (<input type="checkbox"/>) Profesional (<input type="checkbox"/>) Postgrado (<input type="checkbox"/>)
1.4 Jefe del hogar	Si (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)
1.5 El sitio de entrevista es:	Sitio de vivienda (<input type="checkbox"/>) Sitio donde labora (<input type="checkbox"/>)
1.6 Tiempo de permanencia del entrevistado en el sitio	_____ horas/ día

2. Diagnóstico general

2.1	¿Se considera afectado por el ruido que se genera en el sector? Si (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)
2.2	¿Qué día de la semana considera que se emite mayor ruido en este sector? _____
2.3	¿En qué horario se presenta mayor ruido? Diurno (<input type="checkbox"/>) Nocturno (<input type="checkbox"/>)
2.4	¿Existe alguna fuente emisora de ruido en el sector? Si (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)
2.5	Si su respuesta en 2.4 es “Si”, Seleccione de las siguientes la principal fuente emisora de ruido: Bar o discoteca _____ Obra en construcción_ Fábricas _____ Institución educativa __Alto tráfico vehicular_ Actividades comercio _____ Otro, ¿Cuál? _____
2.6	¿Se le han presentado problemas de salud por causa del ruido? Si (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)
2.7	Si su respuesta en 2.6 es “Si”, ¿Qué tipo de problema ha sufrido? Dolor de cabeza _____ Estrés_ Falta de concentración _____ Pérdida auditiva _____ Alteración en patrones del sueño _____ Otro _____, ¿Cuál? _____

3. Evaluación de la percepción y el grado de afectación de los niveles de presión sonora

A continuación, se presentan cada uno de los sets de preguntas, por favor responder sinceramente, teniendo en cuenta la escala de valoración que se muestra en el cuadro 1:

Cuadro 1. Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Nada
2	Poco
3	Aceptable
4	Mucho
5	Intolerable

1. Características del ruido percibido					
1.1 Nivel de variaciones del ruido a lo largo del día	1	2	3	4	5
1.2 Nivel de variaciones del ruido a lo largo de la noche	1	2	3	4	5
1.3 Grado de existencia de ruidos de impactos (golpes) que puedan sobresaltar a las personas	1	2	3	4	5
1.4 Existencia de varios tipos de ruidos combinados	1	2	3	4	5
1.5 Nivel de intensidad del ruido predominante	1	2	3	4	5
1.6 Constancia y continuidad del nivel de ruido en la cotidianidad	1	2	3	4	5

2. Molestia apreciada por contacto con fuente emisora					
2.1 Grado de molestia de la persona entrevistada por contacto con la fuente emisora del ruido.	1	2	3	4	5
2.2 Cuando se encuentra en el interior de su casa, por ejemplo, en el dormitorio, sala, otros ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio?	1	2	3	4	5

3. Disminución de concentración mental					
3.1 El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las actividades diarias.	1	2	3	4	5
3.2 El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las actividades diarias.	1	2	3	4	5

4. Interferencia en la comunicación verbal					
4.1 ¿Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de sus actividades diarias?	1	2	3	4	5

4.2 ¿Es necesario forzar la atención del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte entendible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor?	1	2	3	4	5
4.3 ¿Los niveles de ruido impiden escuchar información acústica relevante o entender mensajes por megafonía?	1	2	3	4	5

4. Fuentes de ruido y su afectación sobre actividades cotidianas

1. Cuando está dentro de su casa o lugar de trabajo, por ejemplo, en el dormitorio, sala, otros ¿Cuánto le molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes?

1. Automóviles	1	2	3	4	5
2. Transporte público	1	2	3	4	5
3. Industria y talleres	1	2	3	4	5
4. Bodegas, aserraderos	1	2	3	4	5
5. Aviones y helicópteros	1	2	3	4	5
6. Instituciones educativas: Universidad, Colegios y Jardines infantiles	1	2	3	4	5
7. Iglesias y lugares de culto	1	2	3	4	5
8. Bares y discotecas	1	2	3	4	5
9. Voces exteriores	1	2	3	4	5
10. Animales	1	2	3	4	5
11. Música provenientes del exterior	1	2	3	4	5
12. Obras en construcción	1	2	3	4	5

2. Cuando está fuera de su casa o lugar de trabajo, por ejemplo, en el patio, jardín, otros ¿Cuánto le molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes?

1. Automóviles	1	2	3	4	5
2. Transporte público	1	2	3	4	5
3. Industria y talleres	1	2	3	4	5
4. Bodegas, aserraderos	1	2	3	4	5
5. Aviones y helicópteros	1	2	3	4	5
6. Instituciones educativas: Universidad, Colegios y Jardines infantiles	1	2	3	4	5
7. Iglesias y lugares de culto	1	2	3	4	5
8. Bares y discotecas	1	2	3	4	5
9. Voces exteriores	1	2	3	4	5
10. Animales	1	2	3	4	5
11. Música provenientes del exterior	1	2	3	4	5
12. Obras en construcción	1	2	3	4	5

3. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante la semana ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio, en la siguiente jornada?					
1. Mañana	1	2	3	4	5
2. Tarde	1	2	3	4	5
3. Noche	1	2	3	4	5

4. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante el fin de semana ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio, en la siguiente jornada?					
1. Mañana	1	2	3	4	5
2. Tarde	1	2	3	4	5
3. Noche	1	2	3	4	5

5. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo y considerando las siguientes actividades ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio para realizarlas?					
1. Escuchar radio, televisión	1	2	3	4	5
2. Conversar	1	2	3	4	5
3. Estudiar	1	2	3	4	5
4. Leer	1	2	3	4	5
5. Dormir	1	2	3	4	5
6. Comer	1	2	3	4	5
7. Otras actividades	1	2	3	4	5

Observaciones

--

NOTA: Esta información suministrada será utilizada sólo con fines académicos, sin ninguna otra intención.

Gracias por su colaboración

Fuente: Castro, Cerquera, & Olaya (2019)