



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 13 de Septiembre 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

\_\_ALEXANDRA PERDOMO GUALTERO\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_55068505\_\_\_\_\_,

\_\_LUIS GERMAN SILVA VALDERRAMA\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_12199735\_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

titulado\_ Medición de los niveles de presión sonora previstos para la comuna tres “zona entre ríos” en la ciudad de Neiva, Huila

presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de

MAESTRIA EN INGENIERIA Y GESTION 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.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://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.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

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: Alex

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: [Signature]

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA PREVISTOS PARA LA COMUNA TRES “ZONA ENTRE RÍOS” EN LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
SILVA VALDERRA	LUIS GERMAN
PERDOMO GUALTERO	ALEXANDRA

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CASTRO CAMACHO	JENNIFER KATIUSCA

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: MAESTRIA EN INGENIERIA Y GESTION AMBIENTAL**

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PROGRAMA O POSGRADO:** POSGRADO

**CIUDAD:** NEIVA

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2009 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 94

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://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.



**DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 5</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos  Ilustraciones en general  Grabados   
 Láminas  Litografías  Mapas  Música impresa  Planos  Retratos  Sin ilustraciones   
 Tablas o Cuadros

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

**MATERIAL ANEXO:** MAPAS DE RUIDO DE LA COMUNA TRES DE LA CIUDAD DE NEIVA

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

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Ruido _	Noise _____	6. _____	_____
2. presión sonora	sound pressure	7. _____	_____
3. contaminación auditiva _ _	sound level meter _	8. _____	_____
4. fuente de emisión de ruido._	source of noise emission	9. _____	
5. _____	_____	10. _____	_____

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

En distintos sectores de la Comuna tres de la ciudad de Neiva la comunidad convive con focos de ruido causados por la concentración de personas por horario laboral, instituciones educativas, sectores de alto tráfico vehicular, zonas de esparcimiento nocturno e industriales, en las cuales anteriormente se han desarrollado dos estudios de medición de la presión sonora, uno aplicado en un sector como parte de una investigación de una tesis de pregrado por la Universidad Corhuila y otro en un segundo sector como parte de una consultoría contratada por la autoridad ambiental CAM. En el presente estudio, se tomaron



puntos comunes con el fin de establecer de manera comparativa el comportamiento de los niveles sonoros en cada sitio, conforme a los lineamientos existentes permisibles según la ley aplicable cada zona.

En el mapa de la zona a estudiar se ubicaron los puntos en sitios cuya área de afectación coincidieran con puntos de los estudios 1 y 2. Los puntos se ubicaron con exactitud aproximada a las coordenadas, se realizaron toma de datos en horarios diurno y nocturno utilizando un sonómetro tipo 1 en unidades de decibeles, cada punto en campo se georreferenció y se hizo la medición que duró 15 minutos según lo estipulado en la Resolución 627 del 2006. Con los resultados obtenidos se realizó los mapas de ruido de la zona de estudio estableciendo los puntos más vulnerables de la emisión de ruido y los focos de contaminación acústica; se planteó comparaciones con los estudios realizados anteriormente, estableciendo que en un porcentaje alto no cumple con lo estipulado en la norma según los usos de suelo y se plantearon posibles pautas para mitigar esta problemática.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

In different sectors of the commune three of the city of Neiva, the community coexists with noise sources caused by the concentration of people during working hours, educational institutions, high vehicular traffic sectors, night and industrial recreation areas, in which previously They have developed two sound pressure measurement studies, one applied in a sector as part of an investigation of an undergraduate thesis by Corhuila University and another in a second sector as part of a consultancy hired by the CAM environmental



authority. In the present study, common points will be taken in order to establish, in a comparative manner, the behavior of the sound levels in each site, in accordance with the existing permissible guidelines according to the applicable law of each sub-sector.

In the map of the area to be studied, the points will be located in sites whose area of affectation coincides with points of studies 1 and 2. The points will be located with approximate accuracy to the coordinates, data will be taken during daytime and nighttime hours using a type 2 sound level meter in units of decibels, each point in the field was georeferenced and the measurement was made that lasted about 15 minutes as stipulated in Resolution 627 of 2006. With the results obtained, the noise maps of the study area were made establishing the most vulnerable points of noise emission and sources of noise pollution; Comparisons were made with the studies carried out previously, establishing that a high percentage does not comply with the stipulations of the norm according to land uses and possible guidelines were proposed to mitigate this problem.



APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: ALFREDO OLAYA AMAYA

Firma:

Nombre Jurado: Alfredo OLAYA AMAYA

Firma:

Nombre Jurado: NESTOR E CERQUEZA P

Firma:



MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA PREVISTOS PARA LA COMUNA  
TRES “ZONA ENTRE RÍOS” EN LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA

LUIS GERMAN SILVA VALDERRAMA  
ALEXANDRA PERDOMO GUALTERO

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





MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA PREVISTOS PARA LA COMUNA  
TRES “ZONA ENTRE RÍOS” EN LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA.

LUIS GERMAN SILVA VALDERRAMA  
ALEXANDRA PERDOMO GUALTERO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de  
Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental

Director  
MSc. JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO  
Ingeniera Agrícola

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

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

PhD. Alfredo Olaya Amaya  
JURADO

---

MSc. Néstor Enrique Cerquera Peña  
JURADO

---

MSc. Jennifer Katiusca Castro Camacho  
DIRECTORA

Neiva, Junio de 2019

## **Dedicatoria**

A Thiago y Matías Silva Perdomo, nuestros hermosos hijos quienes a diario alegran nuestras vidas y quienes son producto de nuestra relación iniciada en el curso de la maestría. Dios nos los bendiga siempre.

A mi madre Flora María Valderrama y mis hermanas María del socorro, Claudia Ximena, Sandra Milena y a la memoria de mi Padre Jesús Antonio Silva (Q.E.P.D)

Luis German Silva Valderrama

A mis padres, María Nelly Gualtero y Benigno Perdomo quienes me han apoya en todo este proceso y a mis hermanas Johanna Perdomo y Adriana Mahecha que han sido incondicional conmigo y mi familia.

Alexandra Perdomo Gualtero

## **Agradecimientos**

A Dios y la Virgen por darnos la oportunidad de adquirir estos nuevos conocimientos para el crecimiento de nuestra vida profesional y personal para así ser cada mejores en nuestros trabajos.

A los docentes que nos orientaron la Maestría en ingeniería y Gestión Ambiental en especial a nuestra Directora Jennifer Katusca y los docentes Néstor Cerquera y Alfredo Olaya quienes nos guiaron a este objetivo.

A nuestras familias y amigos que nos apoyaron y colaboraron en todo el proceso de la maestría y la tesis de grado.

## Resumen

El ruido se define como cualquier sonido no deseado o potencialmente dañino, que es generado por las actividades humanas y que deteriora la calidad de vida de las personas (E. Murphy, E. King and H. Rice, 2009). La contaminación por ruido se ha convertido en un problema de salud pública, al que los seres humanos son cada vez más vulnerables, dado que a menudo tienen que sobrevivir en ambientes con contaminación sonora alta, con ruidos perceptibles e imperceptibles, a los cuales terminan acostumbrándose sin ser conscientes del daño que les causa.

Neiva es una ciudad considerada intermedia según su número de habitantes, con relación a las otras ciudades capitales del país. Su clima la ha hecho propicia para desarrollar costumbres donde la actividad comercial se prolonga hasta altas horas de la noche. La ciudad se encuentra dividida en comunas, con desarrollo urbanístico desordenado, debido a que históricamente no se ha implementado un plan de ordenamiento disciplinado, con proyecciones de infraestructura urbana con continuidad hacia el futuro. La Comuna tres de la ciudad se encuentra ubicada en una zona céntrica, donde convergen sectores con actividades de tipo comercial, industrial y residencial, que hacen que el ambiente este sometido a diferentes afectaciones como el ruido.

En distintos sectores de la Comuna tres de la ciudad de Neiva la comunidad convive con focos de ruido causados por la concentración de personas por horario laboral, instituciones educativas, sectores de alto tráfico vehicular, zonas de esparcimiento nocturno e industriales, en las cuales anteriormente se han desarrollado dos estudios de medición de la presión sonora, uno aplicado en un sector como parte de una investigación de una tesis de pregrado por la Universidad Corhuila y otro en un segundo sector como parte de una consultoría contratada por la autoridad ambiental CAM. En el presente estudio, se tomaron puntos comunes con el fin de establecer de

manera comparativa el comportamiento de los niveles sonoros en cada sitio, conforme a los lineamientos existentes permisibles según la ley aplicable cada zona.

En el mapa de la zona a estudiar se ubicaron los puntos en sitios cuya área de afectación coincidieran con puntos de los estudios 1 y 2. Los puntos se ubicaron con exactitud aproximada a las coordenadas, se realizaron toma de datos en horarios diurno y nocturno utilizando un sonómetro tipo 1 en unidades de decibeles, cada punto en campo se georreferenció y se hizo la medición que duró 15 minutos según lo estipulado en la Resolución 627 del 2006. Con los resultados obtenidos se realizó los mapas de ruido de la zona de estudio estableciendo los puntos más vulnerables de la emisión de ruido y los focos de contaminación acústica; se planteó comparaciones con los estudios realizados anteriormente, estableciendo que en un porcentaje alto no cumple con lo estipulado en la norma según los usos de suelo y se plantearon posibles pautas para mitigar esta problemática. Además, se conoció la percepción de las personas de la Comuna tres en relación con la emisión de ruido, utilizando una encuesta que indicó como zonas ruidosas los sitios donde hay más tráfico vehicular y zonas comerciales sin afectación en sus labores diaria.

Palabras claves: Ruido, presión sonora, contaminación auditiva, fuente de emisión de ruido.

## Abstract

Noise is defined as any unwanted or potentially harmful sound that is generated by human activities and that impairs the quality of life of people (E. Murphy, E. King and H. Rice, 2009). Noise pollution has become a public health problem, to which human beings are increasingly vulnerable, since they often have to survive in environments with high noise pollution, with perceptible and imperceptible noises, to which they end up getting used to. Without being aware of the damage it causes them.

Neiva is a city considered intermediate according to its number of inhabitants, in relation to the other capital cities of the country. Its climate has made it conducive to develop customs where commercial activity lasts until late at night. The city is divided into communes, with disorderly urban development, because historically a disciplined planning plan has not been implemented, with projections of urban infrastructure with continuity towards the future. The three commune of the city is located in a central area, where sectors converge with commercial, industrial and residential activities, which make the environment is subject to different effects such as noise.

In different sectors of the commune three of the city of Neiva, the community coexists with noise sources caused by the concentration of people during working hours, educational institutions, high vehicular traffic sectors, night and industrial recreation areas, in which previously They have developed two sound pressure measurement studies, one applied in a sector as part of an investigation of an undergraduate thesis by Corhuila University and another in a second sector as part of a consultancy hired by the CAM environmental authority. In the present study, common points will be taken in order to establish, in a comparative manner, the behavior of the sound levels in each site, in accordance with the existing permissible guidelines according to the applicable law of each sub-sector.

In the map of the area to be studied, the points will be located in sites whose area of affectation coincides with points of studies 1 and 2. The points will be located with approximate accuracy to the coordinates, data will be taken during daytime and nighttime hours using a type 2 sound level meter in units of decibels, each point in the field was georeferenced and the measurement was made that lasted about 15 minutes as stipulated in Resolution 627 of 2006. With the results obtained, the noise maps of the study area were made establishing the most vulnerable points of noise emission and sources of noise pollution; Comparisons were made with the studies carried out previously, establishing that a high percentage does not comply with the stipulations of the norm according to land uses and possible guidelines were proposed to mitigate this problem.

In addition, the perception of the people of the three commune in relation to the emission of noise was known, using a survey that indicated us as noisy areas where there is more vehicular traffic and commercial areas without affecting their daily work.

Keywords: Noise, sound pressure, sound level meter, noise pollution, source of noise emission.



## Tabla de Contenido

Capítulo 1.....	1
1. Planteamiento del Problema.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
<b>3.1 Objetivo General</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>5</b>
3. Justificación .....	5
Capítulo 2.....	7
1. Marco Teórico.....	7
<b>1.1 Ruido</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2 Tipos de Ruido</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3 Efectos del Ruido en la salud</b> .....	<b>8</b>
2. Antecedentes.....	9
<b>2.1 Antecedentes y estudios Internacional y Nacional</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2 Estudios a Nivel Local</b> .....	<b>20</b>
3. Marco Legal .....	24
<b>3.1 Resolución 627 de 2006</b> .....	<b>26</b>
4. Metodología.....	27
<b>4.1 Definición del área de medición</b> .....	<b>27</b>
<b>4.2 Elaboración del instrumento</b> .....	<b>28</b>
<b>4.3 Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento</b> .....	<b>29</b>
<b>4.4 Selección de sitio y puntos de muestreo</b> .....	<b>30</b>
<b>4.5 Cartera de campo</b> .....	<b>33</b>
<b>4.6 Determinación de los Niveles de Presión Sonora</b> .....	<b>34</b>
<b>4.7 Horarios de medición</b> .....	<b>34</b>
<b>4.8 Casos especiales</b> .....	<b>35</b>
5. Fase de análisis de la información recolectada .....	36
<b>5.1 Validez y consistencia del instrumento</b> .....	<b>36</b>
<b>5.2 Análisis estadístico</b> .....	<b>37</b>
<b>5.3 Otros cálculos necesarios asociados a ruido.</b> .....	<b>38</b>
Capítulo 3.....	41
1. Resultados y análisis.....	41
<b>1.1 Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado a, LAeq,t (db), jornada diurna día ordinario</b> .....	<b>44</b>
<b>1.3 Verificación del cumplimiento de la norma</b> .....	<b>50</b>

<b>1.4 Comparativo con otros estudios.....</b>	<b>58</b>
2. Casos Especiales .....	64
<b>2.1 sitio “El AYER” Avenida circunvalar con calle 21 .....</b>	<b>64</b>
<b>2.2 Sitio “La cita” carrera 7 con calle 16.....</b>	<b>66</b>
3. Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento .....	68
4. Conclusiones .....	74
5. Recomendaciones .....	75
6. Referencias Bibliográficas .....	76

## Lista de Tablas

Tabla 1 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en dB(A).....	26
Tabla 2 Modelo Cartera de campo.....	33
Tabla 3 Modelo Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física .....	34
Tabla 4 Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo.....	35
Tabla 5 Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo .....	36
Tabla 6 Valores de Criterio de Confiabilidad .....	37
Tabla 7 Importancia del impacto .....	39
Tabla 8 Impacto ambiental generado en el punto de muestreo.....	39
Tabla 9 Escala de Colores para digitalización de Mapas de Ruido.....	40
Tabla 10 Características de los puntos de estudio.....	41
Tabla 11 Valores de Medición Diurna.....	45
Tabla 12 Valores de Medición Nocturna.....	47
Continuación Tabla 13 Valores de Medición Nocturna .....	48
Tabla 14 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada diurna .....	50
Continuación Tabla 15 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada diurna .....	51
Tabla 16 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada nocturna .....	54
Continuación Tabla 17 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada nocturna .....	55
Continuación Tabla 18 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada nocturna .....	56
Tabla 19 Comparativo con estudio 1 y estudio 2 Diurno.....	58
Continuación Tabla 20 Comparativo con estudio 1 y estudio 2 Diurno.....	59
Tabla 21 Comparativo con estudio 1 y estudio 2 Nocturno.....	60
Tabla 22 Medición especial "El Ayer" .....	65
Tabla 23 Evaluación del impacto sitio "El Ayer" .....	66
Tabla 24 Medición especial "La Cita" .....	67
Tabla 25 Evaluación del impacto sitio "La Cita" .....	68
Tabla 26 Determinación del criterio de confiabilidad.....	70
Tabla 27 Paramentos de confiabilidad .....	70

## Lista de figuras

Figura 1 Efectos del Ruido en la salud según la intensidad .....	8
Figura 2 Puntos de estudio Universidad Corhuila-comuna 3 .....	21
Figura 3 Puntos de estudio CAM-Microcentro de la ciudad Neiva.....	23
Figura 4 Comunas área urbana del municipio de Neiva.....	30
Figura 5 Puntos de estudio – Ubicación en la Comuna 3.....	32
Figura 6 Mapa de Ruido Comuna 3 Jornada Diurna día ordinario.....	46
Figura 7 Mapa de Ruido Comuna 3 Jornada Nocturna día ordinario.....	49
Figura 8 Mapa de conflicto uso del suelo Comuna 3 Jornada diurna.....	53
Figura 9 Mapa de conflicto uso del suelo Comuna 3 Jornada nocturno.....	57
Figura 10 Comparativo 3D Diurno .....	61
Figura 11 Comparativo 3D Nocturno.....	63
Figura 12 Comportamiento nivel sonoro punto especial "el ayer".....	65
Figura 13 comportamiento nivel sonoro punto especial "La Cita" .....	67
Figura 14 de ruido y su afectación sobre actividades cotidianas .....	71
Figura 15 Percepción de Ruido dentro de la Casa .....	72
Figura 16 Percepción de Ruido fuera de la Casa .....	72
Figura 17 Percepción del ruido en la semana y el fin de semana.....	73

## Capítulo 1

### 1. Planteamiento del Problema

La organización mundial de la salud establece que el exceso de ruido constante ocasiona en el ser humano problemas fisiológicos y psiquiátricos, cambios de humor y efecto en la conducta; consecuentemente ha creado un documento sobre guías para el ruido urbano publicado en el año 1995, con el objetivo de consolidar el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de proteger a la población de los efectos del ruido en ambientes no industriales (Organización Mundial de Salud, OMS 1995).

De acuerdo a estos planteamientos otras instituciones junto con la OMS han declarado de forma acorde que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud, dentro de los efectos adversos del ruido pueden incluirse: Gandía, S. (2003).

- Cefalea.
- Dificultad para la comunicación oral.
- Disminución de la capacidad auditiva.
- Perturbación del sueño y descanso.
- Estrés.
- Fatiga, neurosis, depresión.
- Molestias o sensaciones desagradables que el ruido provoca, como zumbidos y tinnitus, en forma continua o intermitente.
- Efectos sobre el rendimiento.

- Alteración del sistema circulatorio.
- Alteración del sistema digestivo.
- Aumento de secreciones hormonales (tiroides y suprarrenales).
- Trastornos en el sistema neurosensorial.
- Disfunción sexual.

Hay que destacar que uno de los problemas más relevantes en relación con el ruido prolongado se presenta en las zonas de trabajo, como consecuencias de la exposición al ruido ocupacional es la hipoacusia neurosensorial, que se define como la hipoacusia producida por la exposición prolongada a niveles peligrosos de ruido. Según el informe de enfermedad profesional en Colombia, realizado por la Dirección General de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social publicado en el año 2004, la sordera neurosensorial es la cuarta causa de morbilidad profesional en el régimen contributivo y a nivel mundial después de la presbiacusia, es la causa más común de disminución de la agudeza auditiva. (Bautista. 2010; Polo, Nieto, Camacho, Mejía & Escobar, 2006).

Es pertinente hacer claridad en la caracterización del ruido que puede ser emitido desde un foco puntual (televisor), un foco espacial (un bar) o un foco lineal (un coche en circulación). El ruido va disminuyendo conforme se va incrementando la distancia con respecto al foco. Son muchas fuentes de ruido que afectan a la población que viven cotidianamente con la avalancha sonora, algunos de las fuentes son los siguientes:

- Tránsito de automóviles: El ruido de los vehículos es producido fundamentalmente por el motor y la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire (sirena).
- La Industria: La industria es uno de los mayores generadores de ruido a gran escala y

somete a una parte importante de la población activa a niveles de ruido peligroso.

- Actividades de entretenimiento: Se conocen como los vecindarios que proviene de locales, tales como restaurantes, cafeterías, discotecas, etc. En es una de las situaciones puntuales más estresantes para las personas.
- Tránsito aéreo: La navegación aérea ha causado graves problemas de ruido en la comunidad. La producción de ruido se relaciona con la velocidad del aire, característica importante para los aviones y los motores.
- Obras y construcciones: El ruido causado por un martillo neumático o periodos prolongados de obras (levantamiento de calles, construcción de viviendas, etc.) puede adquirir fácilmente una dimensión compleja de soportar para las personas y los trabajadores.
- Animales: Son muy numerosos los animales que viven en las ciudades y algunos de ellos especialmente ruidosos, como los perros con sus ladridos nocturnos, los gatos con sus maullidos y otros. (Ramos, 2010).

El tema que se ha vuelto de salud pública, ha tomado relevancia en algunos países, por ejemplo, revisando la legislación Española se encuentra que en los últimos años son numerosas las sentencias que reconoce el ruido como un factor de riesgo sanitario (Audiencia provincial de Barcelona, 2009) y la legislación laboral reconoce la hipoacusia o sordera, como accidente de trabajo causado por el ruido (Real decreto 1995/1978).

En el plano local, específicamente en el área de estudio del trabajo de investigación, se ha encontrado que adicional a los controles y datos del manejo de las entidades gubernamentales y la autoridad ambiental, se ha desarrollado un estudio específico para la comuna tres, producto de un trabajo de grado para acceder a título profesional en Ingeniería

Ambiental de la Universidad CORHUILA en el año 2017.

El área de estudio es la Comuna 3 de la ciudad de Neiva, denominada “Zona entre Ríos”, la cual cuenta con un total de 12 barrios principales los cuales son: Campo Núñez, Caracolí, Chapinero, El Lago, José Eustacio Rivera, La Toma, Las Delicias, Efraín Rojas Trujillo, Sevilla, Tenerife, Quirinal y Asentamientos Brisas del Magdalena, con una densidad poblacional aproximada de 22.000 habitantes. En la comuna se ubican importantes entidades públicas y prestadoras de servicios, entre las cuales se destacan: Comando de la Policía, Aguas del Huila, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF, Clínica Uros, así como diversas IPS. Igualmente diferentes centros de educación primaria, básica, media, superior, tecnólogos y postgrados como: Colegio Santa Librada, Politécnico Jurisglobal, Fundación Universitaria María Cano FUMC, Colegio Mafalda, Escuela Floresmiro Azuero, Colegio Reinaldo Matiz, Corporación Universitaria del Huila CORHUILA sede Quirinal, SENA Servicio Nacional de Aprendizaje, Universidad Surcolombiana – Subsede Postgrados. En el sector comercial se encuentran: el Súper Almacenes Olímpica SAO, Supermercado Metro, Peter Pan, restaurantes, tiendas, supermercados, centros de belleza, panaderías, droguerías Y establecimientos nocturnos ubicados en la calle 21, carrera 7 y carrera 9 (Olaya, González & Flórez, 2016).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la contaminación auditiva se ha convertido en muchos lugares del mundo en un problema de salud pública puesto que el crecimiento industrial y comercial ocasionan gran cantidad de ruido los cuales se han normatizado pero las políticas no son estrictas con estos; en la ciudad de Neiva que presentan altos niveles de ruido en diferentes zonas, que a pesar de que se han realizado estudios, estos no han



tenido ningún impacto en la sociedad. De esta problemática surge la necesidad de conocer

**¿Cuál es el grado de cumplimiento de los niveles de presión sonora previstos para la Comuna tres “Zona Entre Ríos” de la ciudad de Neiva?**

## **2. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

Establecer el grado de cumplimiento de la normatividad vigente mediante la medición de los niveles de presión sonora en la comuna tres de la ciudad de Neiva.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Evaluar los niveles de presión sonora de la Comuna Tres de la ciudad de Neiva, determinando los subsectores más vulnerables a esta afectación.
- ✓ Comparar los niveles de presión sonora obtenidos con la normatividad vigente aplicable en horarios diurnos y nocturno.
- ✓ Determinar la percepción de los habitantes de la Comuna Tres a la presión sonora, estableciendo comparaciones con estudios que se han adelantado en este sector.

## **3. Justificación**

Las personas requieren de buena salud para dar rendimiento a sus labores diarias pero el crecimiento excesivo de la población, hace que se creen nuevos puntos de contaminación acústica ocasionando diversas enfermedades y trastornos ya antes mencionados. Esta diversidad de fuentes como son el transporte, la construcción, la actividad industrial, comercial y de servicios, las sirenas y alarmas o las actividades recreativas; también se

emite por la propia concentración de las personas en sus actividades comunitarias, escolares, laborales y festivas, las cuales derivan en lo que se designa como “contaminación acústica urbana” (Orozco, 2008).

Las formas de exposición a ruido suelen clasificarse según la ocasión en que ocurre y la intencionalidad del sujeto de exponerse o no. Esta clasificación es la siguiente:

Ocupacional; ocurre en ocasión y ambiente de trabajo.

Social, es voluntaria cuando se asiste a lugares ruidosos o por el uso de aparatos de música, televisión, video o videojuegos a alto volumen.

Ambiental, es aquella que es involuntaria pero está presente en el entorno en el que se mueve el individuo, ruido de calle, de tráfico, de electrodomésticos, de industria, comercio, escuelas, publicidad, mascotas, etc (González, 2012).

Teniendo en cuenta algunos estudios realizados; el estrés o estado de tensión, que se produce por exposición prolongada a ruidos superiores a los 85 dBA, por cierto muy comunes en las ciudades hoy día, puede generar hasta un 12 % más de problemas cardiovasculares, 37 % más de problemas neurológicos y 10 % más de problemas digestivos (García & Garrido, 2003).

Con el desarrollo del presente proceso investigativo, se busca generar una herramienta importante para el control de presión sonora en la zona urbana de Municipio de Neiva, mediante la identificación de los principales agentes y sitios generadores de ruido, con lo cual va a ser viable la adopción de medidas de control en los casos donde se excedan los niveles permitidos en la norma.

## Capítulo 2

### 1. Marco Teórico

#### 1.1 Ruido

Se define como un sonido indeseable, donde el sonido viaja en forma de ondas en el medio aéreo produciendo la vibración del tímpano. El tímpano transfiere estas vibraciones a tres huesos minúsculos en el oído medio, los que a la vez comunican las vibraciones al fluido contenido en la cóclea (en el oído interno) Dentro de la cóclea se hallan las pequeñas terminales nerviosas usualmente conocidas como células ciliadas. Ellas responden a las vibraciones del fluido enviando los impulsos nerviosos al cerebro que entonces interpreta los impulsos como sonido o ruido (Álvarez et al, 2017)

#### 1.2 Tipos de Ruido

La Escuela Colombiana de Ingeniería, (2007). Plantea que existen los siguientes tipos de ruido:

**1.2.1 Ruido Continuo:** Se presenta cuando el nivel de presión sonora es prácticamente constante durante el periodo de observación (a lo largo de la jornada de trabajo). Por ejemplo: el ruido de un motor eléctrico. La amplitud de la señal, aunque no sea constante siempre mantiene unos valores que no llegan nunca a ser cero o muy cercanos al cero. Por decirlo de alguna forma, la señal no tiene un valor constante, pero si lo es su valor medio.

**1.2.2 Ruido Intermitente:** En él que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior. El nivel superior debe mantenerse durante más de un segundo antes de producirse una nueva caída. Por ejemplo: el accionar un taladro.

**1.2.3 Ruido de Impacto:** Se caracteriza por una elevación brusca de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de menos de 500 milisegundos. Por ejemplo, arranque de compresores, impacto de carros, cierre o apertura de puertas.

### 1.3 Efectos del Ruido en la salud

La contaminación acústica produce efectos sobre la salud del hombre, sobre determinados aparatos, sistemas y actividades del cuerpo humano, como se muestra en la figura 1.

Desplazamiento temporal o permanente del umbral auditivo en el individuo. Afectadas: frecuencias que va desde los 3,000 a los 6,000 Hz., con mayor efecto en los 4,000 Hz.	150-dBA	Pérdida instantánea de audición	Exposición aguda: ruptura de la membrana del tímpano con la consiguiente hipoacusia repentina
	120-dBA	Físicamente doloroso	
	100-dBA	Cortos periodos: elevación de umbral Largos periodos: daño irreparable en los órganos de la audición	Afecta al aparato vestibular: vértigo, náuseas y alteraciones del equilibrio
	90-dBA	Exposiciones a largo plazo causan pérdidas permanentes	
	80dBA	Límite de seguridad	
	65dBA	Exposiciones a largo plazo causan fatiga física y mental	

Figura 1 Efectos del Ruido en la salud según la intensidad

Fuente: Ruiz, 2017

## **2. Antecedentes**

### **2.1 Antecedentes y estudios Internacional y Nacional**

La primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido sobre la salud humana se remonta a 1972, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico. Aquellas primeras disposiciones oficiales fueron ratificadas posteriormente por la entonces emergente Comunidad Económica Europea, CEE, que requirió a los países miembros un esfuerzo para regular legalmente la contaminación acústica (Cattaneo, Vecchino, Lopez, Navilli & Scrocchi, 2011).

Colombia en su condición de miembro de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y de la Organización Mundial de la Salud, atiende el documento: "-OMS- Guías para el Ruido Urbano", que trata el ruido urbano. Al preparar estas guías se consolidó el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud orientando a las autoridades y profesionales de salud ambiental en la protección de los efectos del ruido (Álvarez, 2010).

Estudios que se realizaron en Andalucía plantean algunos elementos que son importantes dentro del estudio de ruido. El ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes. Su indudable dimensión social contribuye en gran medida a ello, ya que las fuentes que lo producen forman parte de la vida cotidiana, tales como: actividades y locales de ocio, grandes vías de comunicación, los medios de transportes, las actividades industriales, animales, etc. (OSMA, 2013). Se establece que el tráfico vehicular es la

principal fuente emisora de este contaminante en las ciudades, producto de la necesidad de movilización diaria de millones de personas, en muchas ciudades del mundo donde alcanza entre 80 y 90 dBA (Gandia, 2003).

La directiva europea 2002/49/CE- Evaluación y gestión del ruido ambiental, transpuesta a la legislación española por la ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, define el ruido ambiental como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluye el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamiento de actividades industriales; constituyen la principal fuente de contaminación acústica ambiental, incluyendo el ruido de carreteras, ferrocarriles y tráfico aéreo.

La importancia de esta problemática ha llevado a que en diferentes países se hayan realizado estudios en relación al ruido puesto que afecta directamente a la población, siendo en algunos casos un problema de salud pública. A continuación se presenta las diferentes actividades que se han realizados en algunos países en relación con problemáticas de ruido.

Cuba, realizó un estudio de diseño combinado (analítico y descriptivo) en la red de calles principales de La Habana con flujos vehiculares superiores a 250 vehículos por hora. El estudio permitió elaborar un mapa de ruido donde se destacó una generalizada contaminación acústica en las principales vías de la ciudad superando los límites permitidos; por encima de los 68 dB(A) (Guzmán, 2006).

Chile, Elaboración de la Norma de emisión de ruido generado por actividades de construcción; Norma de Ruido para vehículos livianos, medianos y motocicletas; Normas de emisión de ruido de los buses de locomoción colectiva urbana y rural; Mayor exigencia con las tecnologías de los buses nuevos; Prohibición de bocinas de aire comprimido; Propuesta de ordenanza Municipal modelo sobre Ruidos molestos, para prevenir y controlar problemas de ruido locales en el ámbito comunitario. Norma que regula los ruidos de las fuentes fijas (discotecas, industrias, talleres, etc.); Normalización para el aislamiento mínimo que tienen que poseer las viviendas: Medición de la percepción de la comunidad frente a niveles de ruido en Iquique, Valparaíso y Temuco; Programa con los lineamientos básicos para el control y prevención de la contaminación acústica Estudios: Ruido de Buses de Locomoción Colectiva, Ruido de Actividades de Construcción, Ruido de los Vehículos Nuevo, Ruido de Carreteras y Autopistas, Vibraciones (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2007).

Argentina, mediante el estudio de ruido se determinaron las principales causas de ruidos molestos en la Ciudad de Buenos Aires, según la percepción subjetiva de los vecinos, provienen del transporte público, las obras en construcción, las reparaciones en la vía pública, los centros comerciales y los locales de esparcimiento; pero algunos datos obtenidos por el sonómetro no coinciden con la percepción de las personas; pero igual se realizaron los análisis determinando las zonas ruidosas para que las autoridades realicen sus debidas sanciones de acuerdo a las normas ( Universidad de Palermo, 2011).

Perú, inicio en el desarrollo de lineamientos basados en planificación urbana, hábitos de la población, promoción de tecnologías, priorización de acciones en zonas críticas de contaminación sonora y zonas de protección especial, racionalización del transporte. Lo anterior con el ánimo de implementar planes de prevención y descontaminación de ruido en Perú (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2007).

Unión Europea, la actual política de la Unión Europea se centra en la necesidad de contar con información acústica y desarrollar educación ambiental a todo nivel. Se aborda el ruido desde la coordinación de métodos de validación de niveles de ruido, el intercambio de información entre países miembros, la elaboración de mapas de ruido e información pública sobre las causas que se derivan ante diferentes exposiciones. El Libro Verde de la Comisión de las Comunidades Europeas establece la obligación de un estudio de impacto ambiental que considere la contaminación por ruido de los proyectos públicos y privados, con el fin de establecer normas que señalen valores límites para las emisiones, integración de los costos del ruido a través de financiación comunitaria y elaboración de una legislación comunitaria sobre controles técnicos. Adicionalmente la Unión Europea ha venido aplicando medidas para mitigar y evaluar el ruido en diferentes aspectos: medidas infraestructurales como el revestimiento poroso a las calzadas de bajo nivel de ruido; utilización de aspectos económicos como impuestos, la tasa de ruido para financiación del aislamiento alrededor de los aeropuertos e incentivos económicos, que en Alemania y Países Bajos han sido utilizados bajo la forma de subvenciones para comprar vehículos de transporte de mercancías con bajos niveles de ruido ; procedimientos operativos como



restricción en uso de vehículos y productos ruidosos, apoyo comunitario a la investigación sobre la reducción del ruido mediante actividades de medición de ruido y vibraciones, reducción del ruido de los equipos, investigación para probar efectos en la gestión del tráfico rodado y finalmente información y educación a la comunidad (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2007).

En Colombia se han realizado diferentes estudios relacionados con la contaminación ambiental por ruido que ha proporcionado información importante para otros estudios, como también tener claro algunos conceptos que se relacionan con el ruido es de resaltar lo que plantea CORPOCALDAS (2015). En un estudio realizado para una población rural y urbana con habitantes de edades semejantes, se refleja que la población que está ubicada en la zona rural, y la cual es expuesta a bajos niveles de ruido presentan menores umbrales de audición que la población de la zona urbana, estableciéndose de esta manera que la valoración de una emisión de ruido es subjetiva dependiendo del individuo y de la ubicación del mismo (Abatte et al, 2005).

Como también hay que tener presente que el efecto del ruido en el medio ambiente recae principalmente sobre la fauna, pues algunas especies se ven obligadas a migrar de su hábitat natural para buscar un lugar que les brinde condiciones similares a las que tenían, con el fin de desarrollar actividades como: reproducción, alimentación, comunicación, entre otras, y las cuales fueron alteradas por altas emisiones de ruido (Restrepo, D., 2002; IDEAM, 2006).

Según los estudios de ruido en el municipio de Villamaría la percepción subjetiva del nivel de ruido, acompañada de la molestia sintomática generada por el alto flujo vehicular de motos que circulan por las vías del municipio, se vuelve un factor determinante para destacar su alta contaminación y falta de sensibilidad en los conductores, adicional a esto durante la etapa de campo y el análisis de inventario de vehículos, se identificó en un gran porcentaje la manipulación sobre los sistemas de escapes (i.e. tubos de escape), ya que son modificados al remover silenciadores e implementar sistemas de escape a presión, con el fin de aumentar la compresión interna del motor para lograr mayor aceleración en el vehículo, generando con esto un incremento en la relación de la energía sonora de hasta tres veces el nivel de emisión de uno de tipo convencional (i.e. con silenciadores de fábrica) (Corpocaldas, 2015).

Estudios realizados en Bogotá, demuestran registros de ruido entre 88 dB y 99 dB lo cual es un índice de alerta debido a que la exposición apta oscila entre 70 dB y 75 dB; siendo 85 dB la intensidad que afecta directamente al oído interno; por lo cual se considera de gran importancia que las intervenciones hacia el control de ruido se deban realizar periódicamente. Para reducir los niveles de presión sonora, un control adecuado es aislar el lugar de donde se emite el ruido, esto se logra por medio de algún material masivo, ya sea piedra, concreto, plomo, entre otros, cuya finalidad es la minimización de la propagación de las ondas sonoras. Además de esta medida, también es posible reducir la onda sonora por medio de una cámara que encapsule el ruido, para ello se cuentan con materiales, tales como: poli estireno, fibra de vidrio, corcho o algún otro tipo de material sintético. Una forma de medir la interrupción en la vía de transmisión de la onda sonora al aislar el ruido

por medio de ciertos materiales es el coeficiente de absorción del sonido, el cual hace referencia a la relación entre la energía sonora absorbida sobre la energía sonora que actúa sobre una superficie, este coeficiente es dependiente de la frecuencia del ruido, del espesor del material y de la porosidad de la superficie (Jiménez, C., 2002). Es importante resaltar que los materiales de aspecto rígido, no son capaces de aislar el ruido, sino por el contrario al contar con una superficie rígida las ondas chocan contra esta y las propaga por medio de vibraciones, por el contrario, materiales como la madera balsa, es un buen ejemplo de material que absorbe las ondas sonoras, debido a la característica de porosidad. Para lograr la disminución de molestias tanto en la salud humana como en el medio ambiente (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2012).

La corporación autónoma regional de Cundinamarca (2007) en su estudio de ruido plante algunas estrategias y medidas de los siguientes departamentos dando una visión general de cómo se encuentra nuestro país en relación con los estudios y seguimientos de los focos de ruido en las ciudades.

En el 2003 se adelantó en San Juan de Pasto evaluación de los niveles de presión sonora en sectores comerciales obteniendo valores que oscilan entre 69 y 85 dB.

En la ciudad de Pereira se llevó a cabo en el año 2002, la campaña “señor Conductor pare” con el ánimo de concienciar a los conductores y a la comunidad en general del daño que se causa con la emisión de ruido así como reglamentar el volumen de radios y equipos.

En el año 2005 se adelantó en la ciudad de Popayán una campaña educativa para el control de ruido generado por vehículos de servicio público, se informó a los conductores de la prohibición respecto a la instalación de dispositivos o accesorios diseñados para

producir ruido tales como válvulas, resonadores y pitos, adaptados a los sistemas de frenos de aire

En Valledupar se adelantó en el año 2000, una campaña de control de ruido y gases de combustión vehicular, que comprendió tres fases: información y educación, proceso de reconversión a los infractores y sanción.

En Villavicencio el tráfico vehicular, el perifoneo y uso de alto parlantes y la venta de rifas en esquinas unido a la música en discotecas, bares, estaderos, cafeterías, promociones comerciales en almacenes con altoparlantes y equipos de construcción entre otras son las principales fuentes de contaminación sonora.

En la zona urbana de Tuluá la Corporación del Valle del Cauca –CVC, realizó un diagnóstico y zonificación de la contaminación por ruido ambiental, concluyendo que ninguna zona receptora del área urbana daba cumplimiento a la Resolución 8321 de 1983, por causa de factores como la tasa de crecimiento vehicular, la falta de educación ambiental en el tema y la inadecuada planificación urbano-acústica del municipio.

En Cali, el ruido es uno de los principales problemas de contaminación ambiental, entre el 60% y el 70% de los establecimientos superan los decibeles permitidos, los pitos de automotores incrementan la perturbación. Se han realizado operativos en discotecas, bares, restaurantes, licorerías, almacenes, además de los espectáculos feriales como la cabalgata, la inauguración de la Feria, los conciertos en el estadio, las actividades en el Parque de la Música, la Calle de la Feria, entre otros, lo cual ha dado paso al inicio de procesos sancionatorios. Se realizan también campañas de control sobre el ruido, cada martes en la

sede del DAGMA, a través de continuos comerciales de televisión, radio, afiches en paraderos y transporte urbano, así como de repetidos anuncios en medios impresos.

La Corporación Autónoma Regional de La Guajira –Corpoguajira cuenta con información sobre mediciones y evaluación de los niveles de ruido en el área urbana de Riohacha que permite marcar pautas básicas para la iniciación de lineamientos normativos y del conocimiento sobre el ruido en ciertos sectores del área urbana de Riohacha. Se establece que el 25% de la población total se queja de contaminación por ruido. Como resultado de dicho estudio se estableció que para el año 2003 el sector comercial de Riohacha no daba cumplimiento, ni al Decreto 948 debido al uso de altoparlantes y amplificadores en zonas de uso público y los instalados en sitios privados, generan ruido que trasciende al medio ambiente.

En Bucaramanga, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga ha realizado actividades de seguimiento y monitoreo ambiental, a través de mediciones sonoras, que han formado parte de campañas como la de “PÓNGASE VERDE NATURALMENTE (Día No Pito)”.

Dentro de los resultados obtenidos puede establecerse que los valores LEQ (A) superan el límite máximo de tolerancia humana fijado en 75 dB(A), según la Organización Mundial de la Salud y que el ruido del sector es influenciado altamente por bocinas, pitos y cornetas, empleados en los vehículos automotores. Asimismo, la CDMB ha venido realizando visitas de seguimiento y control con base en operativos de monitoreo de ruido y atención de quejas y reclamos.

En Antioquia, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – Corantioquia, se realizan actividades de seguimiento y control y campañas de concientización. Adicionalmente el Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA generó una norma de ruido local, al igual que Corantioquia el enfoque está dado hacia la atención de quejas de la comunidad así como también a verificar los niveles nocturnos del aeropuerto que se encuentra dentro de la ciudad.

Medellín no dispone de un Plan de Monitoreo y Seguimiento de la contaminación por ruido. De acuerdo con mediciones de ruido realizadas en el año 2000 por la firma Publik Informadores, se establece que Medellín se consolida como una ciudad muy ruidosa (América, Belén y la Candelaria son las comunas con registros superiores en niveles de presión sonora), al compararla con los registros de niveles de presión sonora de otras ciudades de Colombia. Adicionalmente se destaca dentro de los principales resultados que los niveles más altos de ruido son producidos por el tráfico vehicular que circula por vías como la Calle 67 (Barranquilla), la carrera 55 (Avenida Alfonso López o Del Ferrocarril) y por la carrera 62 (Avenida Regional).

Por otro lado, la Secretaría de Transporte y Tránsito en Medellín, controla a través de sus agentes la contaminación por ruido, realizando operativos por violación a lo estipulado en el Decreto 948 de 1995.

Actualización De Los Mapas De Ruido De La Zona Urbana De Los Municipios De Medellín, Bello E Itagüí: Se realizó la tercera actualización de los mapas de ruido, permitiendo así poner en marcha las políticas de gestión de ruido que faciliten la mejora progresiva del ambiente sonoro en estos municipios. Para la elaboración de los mapas de

ruido se llevaron a cabo mediciones en los focos de ruido tales como viario, Metrocable, Metroplus, aeropuerto e industrias; y se aplicaron métodos de cálculos apropiados para cada uno de ellos según el modelo informático SoundPLAN, se evidencio que la mayor afección se debe al tráfico viario, siendo el periodo de la noche el más favorable. Se observa también que el día domingo no representa una reducción significativa, como para que se consideren representaciones diferenciadas con respecto al objetivo de promedio anual. En los tres municipios se 39 encuentran espacios que puedan tener un aceptable ambiente sonoro, incluyendo espacios tranquilos, que es importante valorizar, proteger y aumentar como patrimonio urbano (Lopez, 2015).

En Girardot el sector comprendido por lo barrios: (San Antonio; Granada, Centro, Sucre, Estación, Santander, Gaitan, Santa Helena, Barbula y San Miguel) conforman la zona critica de contaminación Nocturna, como se observa la zona de contaminación critica nocturna, absorbe la zona critica diurna, lo que acentúa la afectación para las aproximadamente 7000 personas que habitan en dicho sector.

Como factor relevante cabe resaltar que las condiciones el estudio están limitadas a las áreas urbanas, previamente establecidas en el estudio objeto de la actualización, sin embargo, con un total de 30 puntos y 900 mediciones de cinco minutos en diferentes condiciones hacen que esta actualización sea representativa de las zonas críticas de contaminación auditiva y sirva como herramienta para definir las estrategias a desarrollar para enfrentar el grave problema que sufre el Municipio de Girardot (CAR, 2007).

Universidad Javeriana De Colombia: El tráfico vehicular es la principal fuente emisora de ruido en las grandes ciudades, se tomó como caso de estudio la Carrera Séptima con Calle

42, vía de gran importancia para la movilidad ciudadana en el eje norte – sur de la ciudad de Bogotá, Colombia. Dentro de los resultados de la investigación más importantes se encontró que de los 105600 registros instantáneos medidos, el 97,7% se encontraron sobre los 70 dB(A), el 83,7% sobre 75 dB(A) y el 46,3% sobre 80 dB(A), concluyendo la existencia de una grave problemática ocasionada por los elevados niveles de ruido por el número importante de zonas residenciales y locales comerciales (Ramírez González, 2011).

## 2.2 Estudios a Nivel Local

En la ciudad de Neiva se han realizado dos estudios relacionados con la problemática del ruido en la comuna tres de la ciudad de Neiva uno por la Universidad Nacional sede Medellín contratados por la Corporación Autónoma Regional y la Universidad Corhuila. Estas dos entidades realizaron mapas de ruidos utilizando la metodología planteada en la Resolución 0627 del 7 de abril del 2006 por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, en una tesis de Pregrado cuyo título es “MEDICIONES DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN LA COMUNA No. 3 DE LA CIUDAD DE NEIVA”

Los estudiantes realizaron una ubicación geográfica de la comuna tres utilizando google earth y el POT, generando una cuadrícula con lados de 250 m, de esta forma determinaron los puntos para luego aplicar las mediciones; establecieron 33 puntos de muestreo a los cuales realizaron las tomas de ruido con sonómetro diurno y nocturno en días hábiles y días festivos como se muestra en la figura 2.



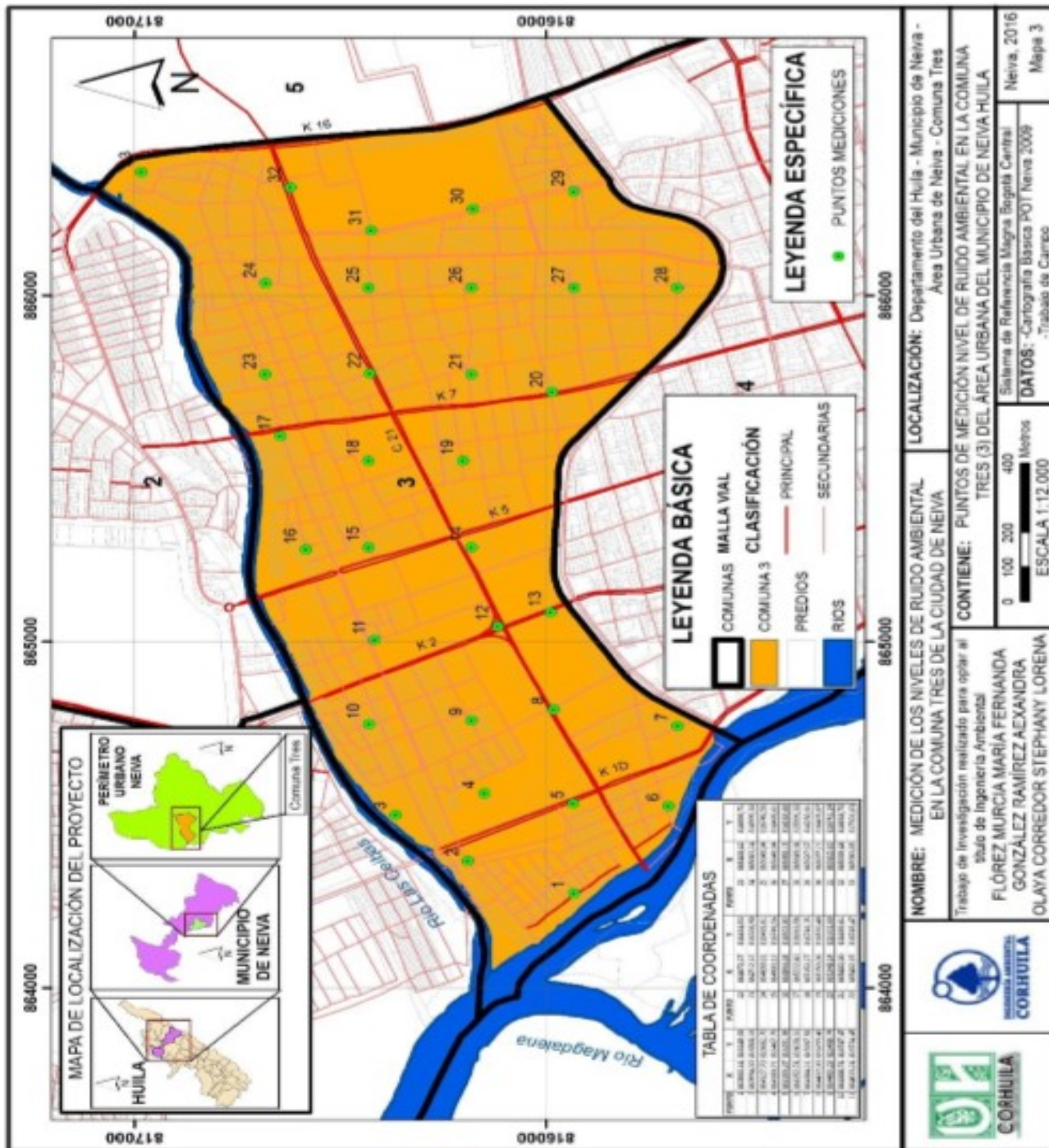


Figura 2 Puntos de estudio Universidad Corhuila-comuna 3

Fuente (Olaya, Gonzalez & Florez 2016)

## NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN LA ZONA MICROCENTRO DEL MUNICIPIO DE NEIVA-HUILA - CAM

La Corporación Autónoma del Alto Magdalena realizó un estudio de ruido de la zona del microcentro de la ciudad de Neiva con la orientación de la Universidad Nacional sede Medellín quienes limitaron las zonas estableciendo 341 Ha, de acuerdo con la resolución diseñaron retículas a cada 250m quedando así 54 puntos los cuales se tomaron presión sonora diurno y nocturno. Con las medidas tomadas y análisis estadístico establecieron que las zonas más ruidosas por encima de los DB normativas son los sitios donde se encuentra la parte comercial y bares. Es importante anotar, que el microcentro de la ciudad se considera desde la calle 21 o avenida Tenerife, hacia el sur, por lo cual solo se sobrepone aproximadamente con el 50% de la Comuna 3, figura 3

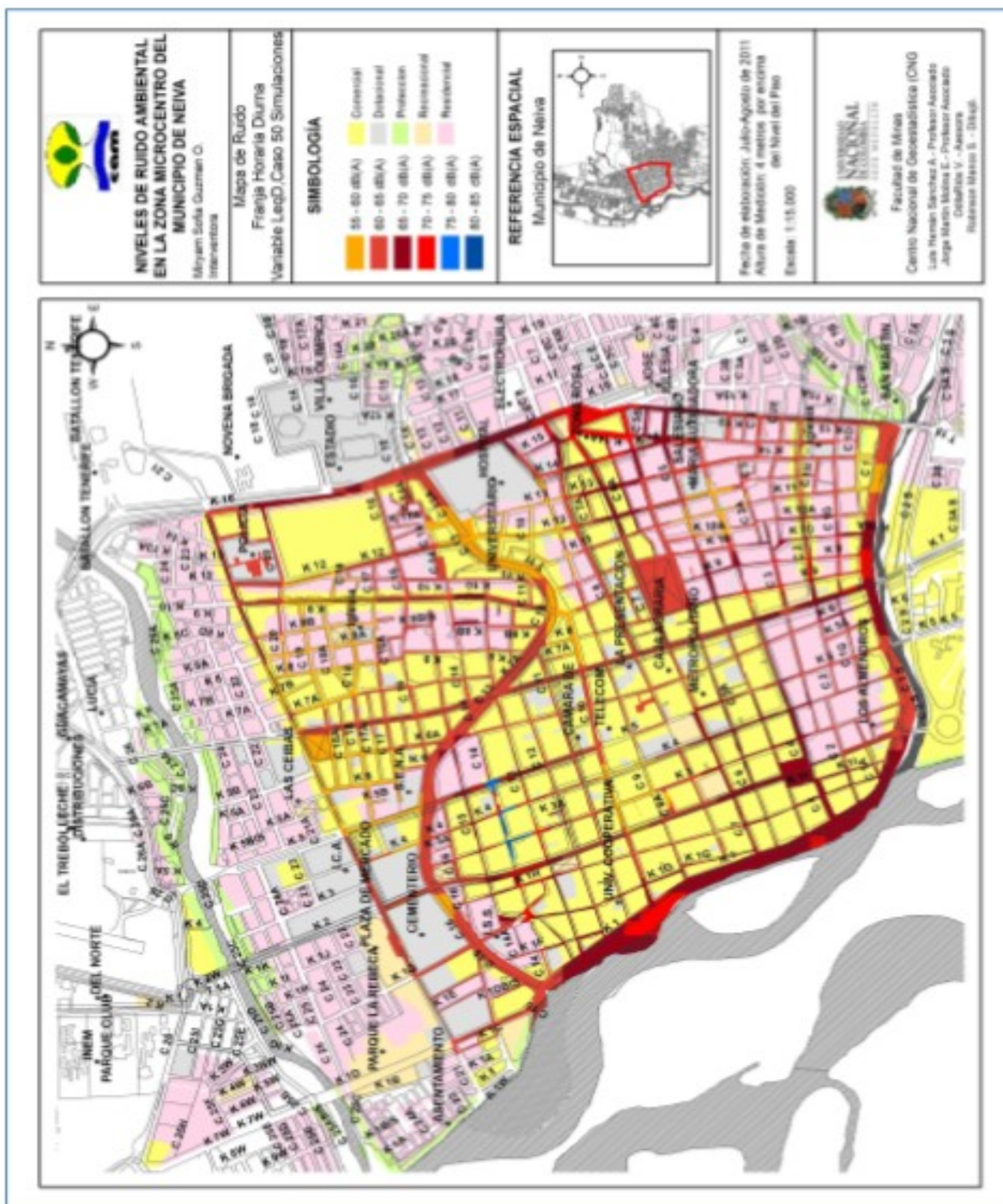


Figura 3 Puntos de estudio CAM-Microcentro de la ciudad Neiva

Fuente: Sánchez, L.H; Ríos .O; Molina. J.M. (2011).

### **3. Marco Legal**

A nivel Intradomiciliario y para determinar los niveles de calidad acústica al interior de las viviendas producto de actividades indeterminadas que afecten la tranquilidad y la salud de población en general, en Colombia se emplea las disipaciones técnicas estipuladas en la resolución 8321 del 4 de agosto de 1983 emanada por el ministerio de salud “Por la cual se dictan normas 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” (CORPOCALDAS 2015).

Se contemplan consideraciones importantes tales como la medición de niveles en las zonas afectadas al interior de las viviendas estipulando para esto cuatro (4) sectores diferentes (i.e. Residencial, comercial, industrial y de tranquilidad), adicional a esto y para mencionar alguno de sus artículos más relevantes, la citada resolución, en su artículo 22, determina el respeto a la intimidad en su componente de tranquilidad auditiva específicamente en las relaciones entre vecinos, sin atender a la actividad que desempeñen, estableciendo que “ninguna persona permitirá u ocasionara la emisión de cualquier ruido, que al cruzar el límite de propiedad del predio originador pueda exceder los niveles establecidos en el capítulo II de la Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983. Esto establece una marcada tolerancia entre las condiciones de operación en un espacio definido y las actividades y usos que se le destine (Ministerio de Salud, 1983).

De manera complementaria a las referidas normativas nacionales se debe tener en cuenta referencias internacionales y métodos establecidos a nivel mundial para la determinación, gestión y evaluación del ruido ambiental, donde el procesamiento de datos se lleva a cabo con software especializados como el Sound Plan, para emisiones

provenientes de diferentes tipos de fuentes tales como las vías o arterias principales, ruido generado por fuentes complejas e industrias y aglomeraciones, son tenidas en cuenta dentro del desarrollo del presente documento y se enuncian a continuación.

ISO 1996 - Acústica – Descripción y Medición del Ruido Ambiental.

Es una norma básica en la evaluación del ruido ambiental, sirviendo de referencia en este tema. Se divide en tres partes:

ISO 1996 Parte 1 1982: Cantidades básicas y procedimiento. La NTC 3522, es la norma técnica colombiana idéntica a la norma internacional ISO 1996-1 y se titula “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Cantidades básicas y procedimientos de evaluación”

ISO 1996 Parte 2 1987: Adquisición de datos pertinentes al uso del suelo, en 1998 (fue modificada). La NTC 3520, es la norma técnica colombiana idéntica a la norma internacional ISO 1996-2

ISO 1996 Parte 3 1987: Aplicación a los límites de ruido. Definen la terminología básica incluyendo el parámetro Nivel de Evaluación y describe las prácticas recomendadas para evaluar el ruido ambiental.

ISO 9613 – Acústica – Atenuación del Sonido durante su Propagación en el Exterior.

Define un método de cálculo basado en octavas teniendo como referencia fuentes puntuales con un nivel de potencia sonora definido. Las fuentes lineales pueden obtenerse mediante adición de fuentes puntuales. Se divide en dos partes:

ISO 9613 Parte 1 1993: Cálculo de la absorción del sonido por la atmósfera

## ISO 9613 Parte 2 1996: Método General de Cálculo

## 3.1 Resolución 627 de 2006

La Resolución 627 de 2006 es la Norma nacional de emisión de Ruido y Ruido Ambiental, la cual determina las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan producir de manera directa o indirecta daños ambientales y dictar regulaciones de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en el territorio nacional; los estándares permisibles contenidos en la tabla 1.

Tabla 1 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en dB(A)

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
<b>Sector A. tranquilidad y silencio</b>	<b>Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
<b>Sector B. tranquilidad y ruido moderado</b>	<b>Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional hotelera y hospedajes.</b>	<b>65</b>	<b>50</b>
	<b>Universidades colegios, escuelas, centro de estudios e investigación.</b>		
	<b>Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.</b>		
<b>Sector C. ruido intermedio restringido</b>	<b>Zonas con uso permitido industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales zonas francas.</b>	<b>75</b>	<b>70</b>
	<b>Zonas con uso permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres automotriz, e industriales, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.</b>	<b>70</b>	<b>55</b>
	<b>Zonas con usos permitidos de oficinas</b>	<b>65</b>	<b>50</b>
	<b>Zonas con usos institucionales.</b>		

**Continuación Tabla 1** Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados dB(A)

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector C. ruido intermedio restringido	Zonas con otros usos relacionados , como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre , vías troncales, autopistas, vías alternas, vías principales.	80	70
Sector D. zona suburbana o Rural de tranquilidad y ruido moderado	Residencial suburbanas.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

**Fuente:** Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (2006)

#### 4. Metodología

##### 4.1 Definición del área de medición

Una vez definida la metodología inicial, en el proceso de recolección de información y verificación del estado del arte, se observa que en la comuna No. 3 se han desarrollado dos trabajos relacionados con el presente estudio, los cuales traslapan en dos sectores de la comuna, por lo que se hará sobre posición sectorial para la ubicación de los puntos, para evaluar de manera comparativa por subsectores el comportamiento de los niveles sonoros. El primero de los estudios corresponde a un proyecto de grado el cual se denominará como “estudio 1” (Olaya, Gonzalez & Florez 2016 ) y el segundo un estudio contratado por la

Corporación Autónoma Ambiental del Alto Magdalena CAM”, Sánchez, L.H; Ríos .O; Molina. J.M. (2011). y que para efectos de referenciarían se denominará como “estudio 2”.

Para la determinación del número de puntos, inicialmente se generó una grilla de 500 metros de distancia, para ubicar en cada eje el punto de muestreo, arrojando un total de 12 puntos. Teniendo en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior sobre la existencia de los dos estudios, se descartó por parte del grupo investigador este sistema de ubicación inicial y se procedió a ubicar puntos en zonas de traslape entre los puntos del estudio 1 y 2, mediante superposición de planos, con lo que se obtuvieron 22 puntos de muestreo.

#### 4.2 Elaboración del instrumento

Una vez seleccionados los puntos de medición, se lleva a cabo aplicación de la encuestas para determinar el grado de percepción de la población en la comuna. Realizada la revisión bibliográfica y, a partir de redes de interacción se establecieron los sets de preguntas relacionadas con temáticas de información general de la población encuestada y grado de afectación e indeseabilidad en ellas con la presencia de ruido o contaminación sonora en el contexto del área objeto de estudio. Castro, J, Cerquera, N, Olaya, A. (2009).

El alfa de cronbach permite estimar la confiabilidad de un instrumento de medida

El cálculo del Coeficiente de Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) viene dado por la ecuación (1):

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{\sum s_t^2} \right] \quad (1)$$

Donde:

$S_i^2$  = La suma de varianzas de cada ítem.

$S_t^2$  = la varianza del total de filas (puntaje total de los jueces)

$k$  = el número de preguntas o ítems.



(encuesta), utilizando un conjunto de ítems que se espera mida o permita recolectar información de alto impacto en una investigación.

### 4.3 Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento

A través del reconocimiento de campo se realizó un inventario del número bloques que conforman la zona objeto de estudio. Este dato se considerará como el tamaño de la población (N). Para establecer el tamaño de la muestra y para hacer el ajuste de este dato se utilizó la metodología planteada por Hernández (2010), como se indica en la ecuación 1 y posteriormente en la ecuación 2, este dato se tomó como el tamaño óptimo de la muestra en esta investigación:

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

Donde:

$n_0$ = 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)

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

Donde:

n = tamaño óptimo de la muestra

$n_0$ = tamaño de la muestra sin ajustar

N = tamaño de la población

#### 4.4 Selección de sitio y puntos de muestreo

Como se dijo anteriormente, el área objeto de estudio corresponde a la comuna No. 3, denominada “entre ríos” de la zona urbana del municipio de Neiva, la cual se localiza como se indica en la figura 4.



Figura 4 Comunas área urbana del municipio de Neiva

Fuente: Castro, Cerquera. & Olaya (2019)

Se ubicaron los puntos en el mapa de vista en planta, en zonas cuya área de afectación coincidían con puntos de los estudios 1 y 2. Los puntos se ubicaron con exactitud aproximada a las coordenadas, para lo cual se utilizó la herramienta de uso gratuito de Google Earth. en este sitio se ubicó el sonómetro para realizar las mediciones en decibeles adelantando el proceso de georeferenciación establecido. La medición tuvo una duración de 15 minutos conforme a lo estipulado en la Resolución 627 del 2006. En la figura 5 se muestra la ubicación de los puntos que se estudiaron en este proyecto.

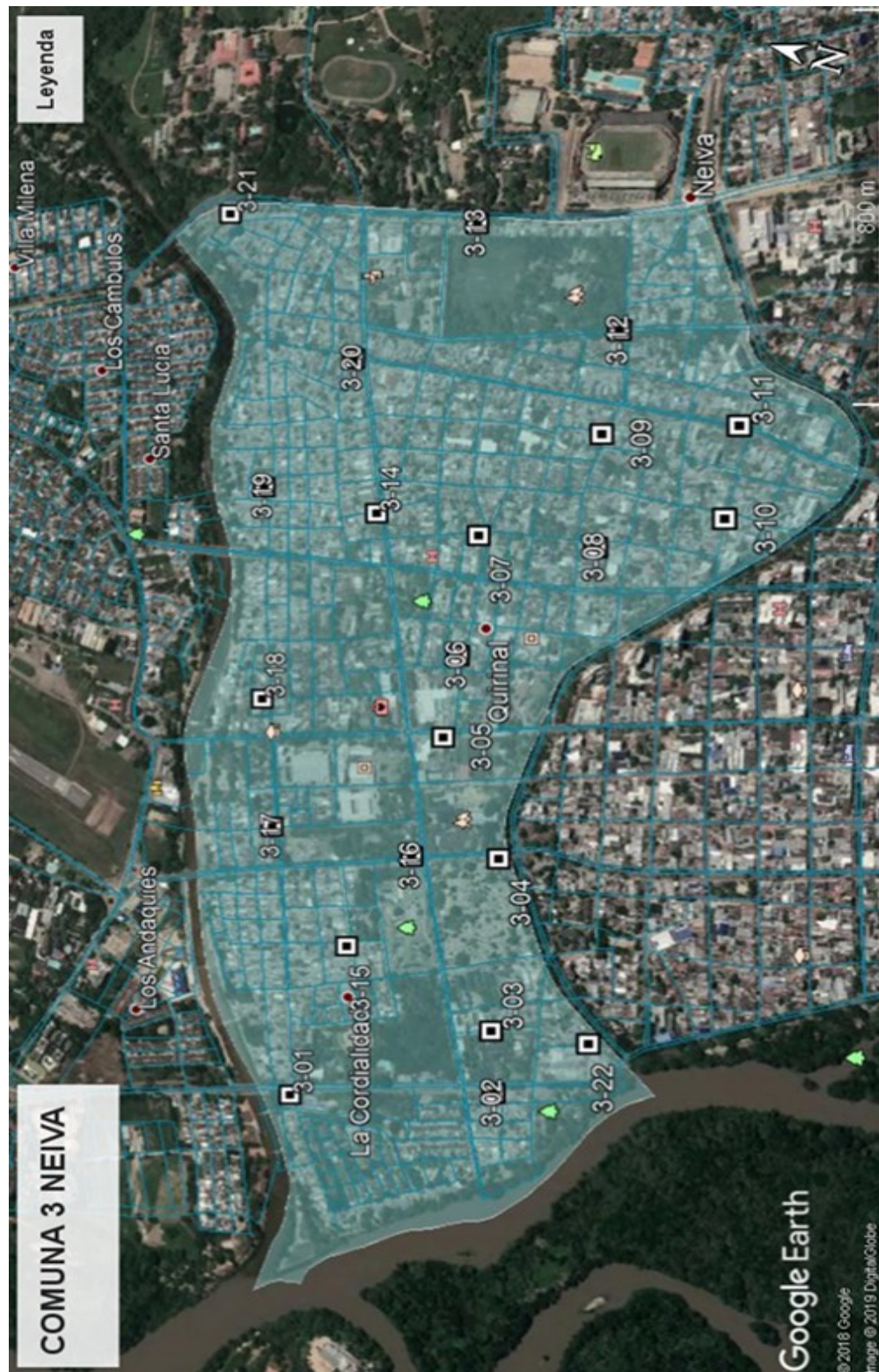


Figura 5 Puntos de estudio – Ubicación en la Comuna 3

#### 4.5 Cartera de campo

Los equipos utilizados para medición fueron el sonómetro tipo 1, micrófono, brújula, trípode, flexómetro y herramientas tecnológicas para el proceso de georeferenciación, proceso y digitalización de la información. El sonómetro se fijó teniendo en cuenta que las condiciones mínimas para realizar la medición indican que se haga a 1,5 metros de distancia de la actividad o fuente generadora de ruido y a 1,20 m del piso (Muriel y Cortés, 2008). Es importante tener en cuenta que no se deben efectuar mediciones bajo puentes o estructuras similares. La información recolectada se consignó en la siguiente cartera de campo, resumida en la tabla 2.

Tabla 2 Modelo Cartera de campo

PUNTO	UBICACIÓN	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	COORDENADAS		Laeq,T
							X	Y	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

En la tabla 3, se tabuló la información correspondiente a descripción física de cada punto tomando en cuenta la presencia de zonas o subsectores.

Tabla 3 Modelo Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física

Punto	Coordenadas		Descripción física
	x	y	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

#### 4.6 Determinación de los Niveles de Presión Sonora

Se utilizó la ecuación 3:

$$NPS = 20 \log \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad (3)$$

Donde:

$$P \text{ (Pa)} = \text{Presión acústica} = P_0 * 10^{\left(\frac{L_p \text{ (dB)}}{20}\right)}$$

$$P_0 \text{ (Pa)} = 0.00002$$

$$L_p \text{ (dB)} = \text{Lectura en decibeles dada por el sonómetro.}$$

#### 4.7 Horarios de medición

Para efectos de que se pueda realizar un análisis comparativo se realizaron mediciones en dos momentos:

- Horario diurno: Está comprendido entre las 7:01 de la mañana y las 9:00 de la noche. Es de vital importancia realizar las mediciones diurnas en horas “pico”, para poder establecer el aporte de una fuente.

- Horario nocturno: Está comprendido entre las 9:01 de la noche y las 7:00 de la mañana.(Resolución 627 de 2006)

#### 4.8 Casos especiales

Se considera como un “caso especial” a aquel punto de medición que es fuente de una emisión y que requiere un seguimiento más detallado que permita evaluar la atenuación sonora en un radio de 30 m. En caso de que en el trabajo de campo se detecten fuentes con esta descripción, se aplicará un modelo simple de atenuación del ruido. Ejemplos de estos puntos son: puntos con alto flujo vehicular (fuente móvil), obras en construcción, sitios de esparcimiento como bares (fuentes fijas). El procedimiento consiste en realizar mediciones reales a diferentes radios de distancia de la fuente emisora: 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 m, que generan la información que se consigna en la tabla 4.

Tabla 4 Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo

Radio (m)	dB
1	
5	
10	
15	
20	
25	
30	

Para generar la medición ideal del punto de muestreo a diferentes radios, se utilizó la ecuación 4:

$$Nivel. sonoro_2 = - \left( 20 * \log \frac{r_2}{r_1} \right) + Nivel. sonoro_1 \quad (4)$$

Esta información se consignó en la tabla 5 y permitió realizar posteriormente la evaluación de atenuación de los niveles sonoros y su respectiva comparación real con Ideal, así como la evaluación ambiental exploratoria. (Castro, J, Cerquera, N, Olaya, A. 2009)

Tabla 5 Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo

Radio (m)	dB
1	
5	
10	
15	
20	
25	
30	

Fuente: Castro, J, Cerquera, N, Olaya, A. (2009)

## 5. Fase de análisis de la información recolectada

### 5.1 Validez y consistencia del instrumento

Las preguntas diseñadas por Castro, J, Cerquera, N, Olaya, A. (2019), para el instrumento serán sometidas a una “prueba piloto” para evaluar el grado de aceptación del público basado en las respuestas generadas. Si se requiere reestructuración del instrumento, se realizará una reforma teniendo en cuenta las opiniones de expertos en el tema a través de Sesiones Delphi, de acuerdo a la metodología usada por Castro & Ramírez (2019).

Para la validación del instrumento se utilizó el análisis de consistencia interna calculado por el coeficiente de Alfa de Cronbach. Este método de medición de la confiabilidad de un instrumento, ha sido utilizado en investigaciones realizadas por Álvarez et al. (2006), Meliá, et al. (1990), Ledesma et al. (2002) y Oviedo et al. (2005), citados por Castro (2015), para darle fiabilidad al instrumento de medición empleado en la recolección de la información.



El cálculo del Coeficiente de Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) viene dado por la ecuación (5):

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{\sum s_t^2} \right] \quad (5)$$

Donde:

$S_i^2$  = La suma de varianzas de cada ítem.

$S_t^2$  = la varianza del total de filas (puntaje total de los encuestados)

$k$  = el número de preguntas o ítems.

Los valores de confiabilidad del instrumento se contrastarán con lo expuesto por Christopher (2007) citado por Castro, Cerquera y Escobar (2015) y descrito a continuación en la tabla 6:

Tabla 6 Valores de Criterio de Confiabilidad

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
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: Castro, Cerquera y Escobar (2015)

## 5.2 Análisis estadístico

Se recolectó la información de los instrumentos aplicados y de los puntos en los que se realizó el monitoreo en decibeles se tabularon los datos en Microsoft Excel. Se aplicó

análisis estadístico para cada variable, obteniendo promedio, desviación estándar, coeficientes de variación y correlación, valores mínimos y máximos y gráficas necesarias.

### 5.3 Otros cálculos necesarios asociados a ruido.

#### 5.3.1 Emisión de ruido o aporte de ruido

El valor promedio de los decibeles medidos en periodo “diurno” se consideró como el dato  $10L_{Aeq, 1h}$  y el valor promedio de los decibeles medidos en periodo “nocturno” se consideró como el dato  $10L_{Aeq, 1h, residual}$ . Estos dos datos permitieron calcular la emisión de ruido como se muestra en la ecuación 6:

$$Leq. \text{emision} = 10 * \log \left( \frac{10L_{Aeq,1h}}{10} - \frac{10L_{Aeq,1h,residual}}{10} \right) \quad (6)$$

#### 5.3.2 Nivel de presión sonora continuo equivalente

Se utilizaron los datos correspondientes a las cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales para cada punto, las cuales se tomaron en una posición orientada del micrófono y fueron consignados en la tabla 2, así: norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba. El resultado del nivel de presión sonora continuo equivalente, considerado como “ruido ambiental” es obtenido mediante la expresión de la ecuación 7:

$$LAeq = 10 * \log \left( \left( \frac{1}{5} \right) * \left( 10^{\frac{LN}{10}} + 10^{\frac{LS}{10}} + 10^{\frac{LO}{10}} + 10^{\frac{LE}{10}} + 10^{\frac{LV}{10}} \right) \right) \quad (7)$$

Donde:

$LAeq$  = 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

### 5.3.3 Evaluación del impacto ambiental proveniente de la fuente emisora

Se realizó un análisis exploratorio que consiste en utilizar una ponderación propuesta por Muriel y Cortés (2008) como se indica en la tabla 7:

Tabla 7 Importancia del impacto

Diferencia del nivel sonoro con la norma	Importancia
Menor de -1	Bajo
Entre -0.9 y 0.9	Medio
Mayor de 1	Alto

Fuente: Muriel y Cortés (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior se consignó la información basado en una comparación con la norma (Resolución 627 del 2006) en cuanto a la diferencia en decibeles según las características de cada punto o caso especial, como se indica en la tabla 8:

Tabla 8 Impacto ambiental generado en el punto de muestreo

Punto XX: Características del sector que permitan buscar valor en la norma				
Radio (m)	dB real	dB norma	dB real – dB norma	Evaluación impacto
1			0	
5			0	
10			0	
15			0	
20			0	
25			0	
30			0	

Adaptado de Muriel y Cortés (2008)

### 5.3.4 Elaboración de mapas de ruido.

Los mapas de ruido se trazaron utilizando Golden Software Surfer 13 y AutoCAD 2016, importando desde Microsoft Excel la información de georreferenciación y los decibeles registrados en cada punto de medición de la zona de estudio. Se generó el mapa conforme a las especificaciones contempladas en la Resolución 627 del 2006, con colores como se detalla en la tabla 9, utilizándolos para la elaboración de los mapas de ruido.

Tabla 9 Escala de Colores para digitalización de Mapas de Ruido

Zona de ruido dB	Color	Sombreado
Debajo de 35 dB	Verde claro	Puntos pequeños, baja densidad.
35 a 40	Verde	Puntos medianos, media densidad.
40 a 45	Verde oscuro	Puntos grandes, alta densidad.
45 a 50	Amarillo	Puntos verticales, baja densidad.
50 a 55	Ocre	Puntos verticales, media densidad.
55 a 60	Naranja	Puntos verticales, alta densidad.
60 a 65	Cinabrio	Sombreado cruzado, baja densidad.
65 a 70	Carmin	Sombreado cruzado, media densidad.
70 a 75	Rojo lila	Sombreado cruzado, alta densidad.
75 a 80	Azul	Franjas vericales anchas.
80 a 85	Azul oscuro	Complemento negro.

### Capítulo 3

#### 1. Resultados y análisis

El proceso que se realizó en la comuna tres de la ciudad de Neiva para determinar la presión sonora en diferentes puntos nos permitió recolectar y procesar diferentes datos utilizando el material mencionado en la metodología; además de identificar que es una zona con uso de suelo comercial, residencial e industrial, de acuerdo con lo establecido en el plan de ordenamiento territorial. En la tabla 10 encontramos las características de cada punto georreferenciados.

Tabla 10 Características de los puntos de estudio

PUNTOS	COORDENADAS		UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
	X	Y		
1	864007,3	816516,7	Carrera 1d - calle 25	El punto está en zona residencial es muy transitado por carros, motos y tráfico pesado, queda una vía de doble carril, además a lado y lado quedan casa y cerca algunos sitios deportivos
2	864188,2	816096,225	Carrera 1c - Calle 17	Es zona residencial habitada y con algunos locales comerciales a su alrededor igualmente tiene una vía de doble carril transitada constantemente.
3	864348,8	816150,831	Carrera 1W # 16-90	Este punto es estrictamente residencial con edificios de apartamentos y una zona amplia del Bienestar Familiar poco transitada, pues es tiene una vía en malas condiciones.
4	864726,4	816251,606	Avenida la Toma con carrera 2	Este sitio es muy transitado, es una zona estudiantil y se clasifica como vía principal, todo el tiempo es transitado por diferentes vehículos de transporte y constante paso de peatones.
5	864951,8	816441,743	carrera 5 con calle 18 - invias	Se clasifica como vía principal, hay bastante tráfico en todas las horas del día, hay cerca almacenes de cadena, una gasolinera, montallantas, restaurante entre otros, además hay bástate circulación de peatones.

Continuación Tabla 10 Características de los puntos de estudio

PUNTOS	COORDENADAS		UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
	X	Y		
6	865139,1	816467,32	calle 18 No. 5a -30	En este sitio se clasifica como una zona comercial, en el día transitan bastantes personas pues hay diferentes entidades de la salud, igualmente hay bastante tráfico, en las horas de la noche hay muy poco ruido pues se encuentran todo los locales serrados.
7	865410,8	816505,114	carrera 7a con calle 18	El POT lo ubica como una zona comercial, hay presencia de entidades de salud privadas, colegios, tiendas, también transitan bastantes personas, carros, motos entre otros, no se presentó ningún inconveniente en la toma de datos.
8	865446,8	816270,525	carrera 7a No. 15 - 30	Es una zona de oficinas, tiendas, talleres mecánicos y se clasifica como punto comercial, también hay bastante tráfico, y se puede identificar diferentes edificios y casa residenciales.
9	865686,0	816331,435	Calle 16 8b 47, Campo Nuñez	Es un punto muy tranquilo, poco transitado, estrictamente residencial, se tomaron los datos sin ninguna dificultad.
10	865569,0	816053,98	carrera 8 con calle 13	Punto está identificado como zona comercial, bastante transitada, hay algunas tiendas, restaurantes, en el día se ve bastante gente, pero en la noche es más bien solo.
11	865762,8	816085,596	carrera 9 con calle 13	Es un punto donde hay bastantes negocios como supermercados, panaderías, restaurantes, además de tener una doble vía que es bien transitada de día y de noche, no se presentó ningún inconveniente con la toma de datos.
12	865909,1	816365,268	calle 16 con carrera 12	Es una zona bien transitada, doble vía, hay colegios, peluquerías, funerarias, tiendas, se denomina comercial según el POT, no se presentó ninguna complicación con la toma de datos.
13	866079,7	816713,906	carrera 16 con calle 20	Es una zona residencial, pero muy transitada, pues queda una de las principales vías que comunican el norte de la ciudad con el sur, no se presentó ninguna dificultad con la toma de datos, hay que resaltar que hay poco tránsito de peatones.

Continuación Tabla 10 Características de los puntos de estudio

PUNTOS	COORDENADAS		UBICACIÓN	CARACTERISTICAS
	X	Y		
14	866053,9	816988,21	calle 21 con carrera 7b	Se considera una vía principal que está constituida de varios negocios como restaurante institutos de enseñanza, pañaleras, peluquerías, hay bastante tráfico de vehículos y de peatones.
15	864417,0	816496,46	calle 23 con carrera 1h	Esta zona es residencial, muy tranquila, hay algunas tiendas no hay casi tráfico de vehículos, si de algunas personas, sin inconvenientes en la toma de datos.
16	864668,1	816425,04	calle 21 con carrera 2	Es una de las principales vías donde transitan todo el día y la noche bastantes vehículos, cerca al punto se encuentran colegios, parques y algunas oficinas, no se presentaron dificultades en la toma de datos.
17	864628,9	816737,96	calle 25 con carrera 3	Se identifica como una zona residencial, cerca hay un restaurante, algunas tiendas, es poco transitada, las vías deterioradas, se tomaron los datos sin ninguna dificultad.
18	864914,0	816849,897	calle 25 con carrera 5a	Esta zona residencial está bastante congestionada, hay un parqueadero, heladería, taller mecánico, hay mucho tráfico de vehículos y personas.
19	865399,1	816993,679	calle 25 con carrera 8	Se clasifica como zona residencial es tranquila con poco tráfico, se tomaron los datos sin problemas y en los horarios de la noche no se ve mucho movimiento.
20	865733,9	816883,385	carrera 9 con calle 21	Es una zona muy comercial hay bares, restaurante, almacenes de zapatos, pañaleras, peluquerías transita bastante vehículos y peatones, se tomaron sin problemas.
21	866005,9	817259,97	carrera 16 frente a IX brigada	Se clasifica como vía principal, hay bastante tráfico en horarios diurnos y nocturno el flujo es constante, se tomaron los datos sin ningún inconveniente.
22	864398,1	815961,415	Carrera 1d Bis No. 15-10, San Vicente de Paul	Zona comercial

Para el análisis de resultados es importante como primera medida caracterizar cada uno de los puntos de medición, para definir los valores máximos permitidos por la norma y las áreas de diferente uso a las que afecta.

## 1.1 Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado a, LAeq,t (db), jornada diurna día ordinario

### 1.1.1 Muestra de cálculo

PUNTO	UBICACIÓN	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	COORDENADAS		Laeq,T
							X	Y	
1	Carrera 1d - calle 25	74,9	75,6	73	74,2	74,9	864007,3	816516,7	74,6

$$LAeq = 10 * \log_{10} \left( 10^{\frac{dBN}{10}} + 10^{\frac{dBS}{10}} + 10^{\frac{dBE}{10}} + 10^{\frac{dBO}{10}} + 10^{\frac{dBV}{10}} \right)$$

$$LAeq = 10 * \log_{10} \left( \left( \frac{1}{5} \right) * \left( 10^{\frac{74.9}{10}} + 10^{\frac{75.6}{10}} + 10^{\frac{73}{10}} + 10^{\frac{74.2}{10}} + 10^{\frac{74.9}{10}} \right) \right)$$

$$LAeq = 74.6 \text{ dB}$$

La tabla 11 muestra los valores obtenidos en dB en horario diurno en relación con los 22 puntos georreferenciados permitiendo identificar los lugares donde se presentan mayores rangos de presión sonora como los puntos 1, 2, 4, 13, 14, 16, 20, 21, con valores de 70dB y por encima de este; es de resaltar que en estos sitios son de espacios de vías principales comerciales, muy transitadas por automóviles y peatones; que pueden aumentar significativamente las mediciones. Respecto al mapa diurno figura 6, sus tonos carmín, sombreado cruzado, indicando una media densidad en las zonas donde se encuentran ubicados los puntos antes mencionados; también tonalidades amarillo con baja densidad las zonas residenciales con decibeles entre 45 a 50 dB y la tonalidad ocre con media densidad, visible en algunos puntos cerca de las zonas de vías principales y comerciales.



Tabla 11 Valores de Medición Diurna

PUNTO	UBICACIÓN	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	COORDENADAS		Laeq,T
							X	Y	
1	Carrera 1d - calle 25	74,9	75,6	73	74,2	74,9	864007,3	816516,7	74,6
2	Carrera 1c - Calle 17	75,9	71,8	69,7	69,4	69,2	864188,2	816096,225	72,1
3	Carrera 1W # 16-90	57,7	61	57	57,4	58,2	864348,8	816150,831	58,5
4	Avenida la Toma con carrera 2	73,6	72,8	70	71	71,8	864726,4	816251,606	72,0
5	carrera 5 con calle 18 - invias	71,2	70,9	67,1	69,8	65,4	864951,8	816441,743	69,4
6	calle 18 No. 5a -30	66,2	64,9	69,5	66,8	64,7	865139,1	816467,32	66,8
7	carrera 7a con calle 18	68,6	62,9	63,6	62,7	64,2	865410,8	816505,114	65,0
8	carrera 7a No. 15 - 30	62,9	62,9	64,2	59,4	59,5	865446,8	816270,525	62,2
9	Calle 16 8b 47, Campo Nuñez	63,9	63,3	58,2	62,9	56,4	865686,0	816331,435	61,8
10	carrera 8 con calle 13	59	62,8	62,4	63,9	61,5	865569,0	816053,98	62,2
11	carrera 9 con calle 13	67,4	67,1	66	67	68	865762,8	816085,596	67,1
12	calle 16 con carrera 12	64,8	66,3	63	68,5	66,9	865909,1	816365,268	66,3
13	carrera 16 con calle 20	71,4	70,6	70,6	73,2	71	866079,7	816713,906	71,5
14	calle 21 con carrera 7b	67,8	66,8	68,3	76,3	70,1	866053,9	816988,21	71,5
15	calle 23 con carrera 1h	63	63,8	63,1	64,6	62,2	864417,0	816496,46	63,4
16	calle 21 con carrera 2	74	72,6	74,5	72,4	73,1	864668,1	816425,04	73,4
17	calle 25 con carrera 3	66,5	63,3	65,4	69,7	65,7	864628,9	816737,96	66,7
18	calle 25 con carrera 5a	63,3	63,8	63	62,1	62,4	864914,0	816849,897	63,0
19	calle 25 con carrera 8	56,3	60,2	56,5	58,7	58,8	865399,1	816993,679	58,4
20	carrera 9 con calle 21	69,5	70,5	69,3	72,2	71	865733,9	816883,385	70,6
21	carrera 16 frente a IX brigada	73	70,4	71,4	71,2	75,2	866005,9	817259,97	72,6
22	Carrera 1d Bis No. 15-10, San Vicente de paul	57,8	59,1	61,8	58,9	58,3	864398,1	815961,415	59,4

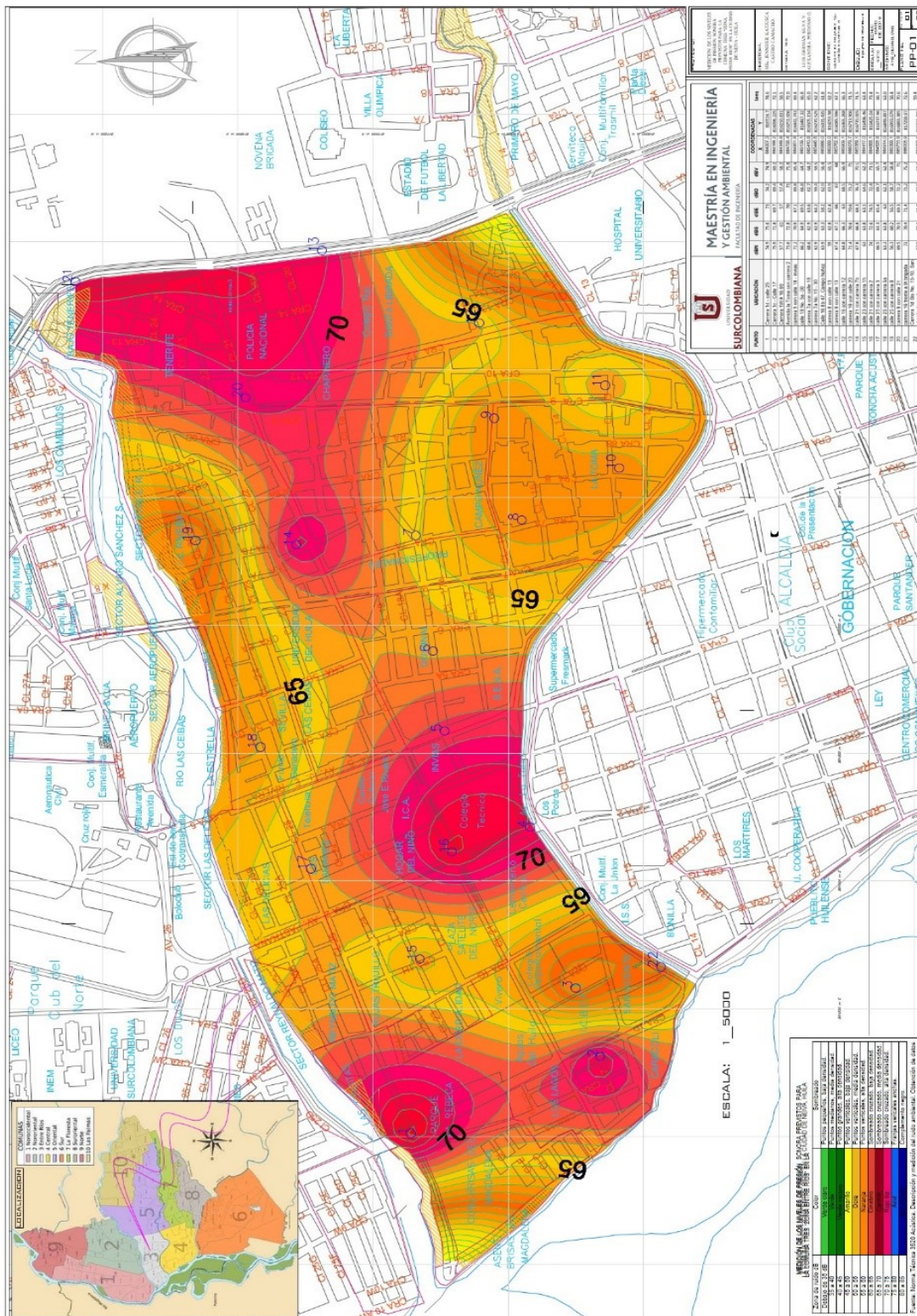


Figura 6 Mapa de Ruido Comuna 3 Jornada Diurna día ordinario

## 1.2 Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado a, LAeq,t (db), jornada nocturna día ordinario

En relación con los datos obtenidos (tabla 12) en horario nocturno respecto a la presión sonora los valores bajaron en cada punto, igualmente se mantuvo en la misma proporción las zonas que en horarios diurno se identificaron como los más ruidosos. Se pudo establecer que uno de los factores influyente para que las mediciones fueran más bajas en la noche fue la disminución del tráfico de carros y motos por las principales vías, también muchos de los almacenes y tiendas son cerradas en las primeras horas de la noche. Hay que tener en cuenta que las mediciones se realizaron en días hábiles donde las personas se limitan a salir por sus labores diarias como estudiar y trabajar. Estos aspectos se visualizan en el mapa nocturno figura 7, por sus tonalidades ya que los colores que más se resaltan son el naranja, ocre y amarillo con densidades altas, media y baja respectivamente, ubicadas en las zonas donde hay más tráfico de vehículos y locales comerciales, (alta y media) y baja en zonas residenciales.

Tabla 12 Valores de Medición Nocturna

PUNTO	UBICACIÓN	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	COORDENADAS		Laeq,T
							X	Y	
1	Carrera 1d - calle 25	70,5	64,3	69,6	71,3	68,2	864007,3	816516,7	69,4
2	Carrera 1c - Calle 17	67,4	59,7	65,3	58,8	52,2	864188,2	816096,225	63,3
3	Carrera 1W # 16-90	54,4	51,6	53	52,3	53,1	864348,8	816150,831	53,0
4	Avenida la Toma con carrera 2	56,9	54,4	52,4	56,1	51	864726,4	816251,606	54,7
5	carrera 5 con calle 18 - invias	59,3	56,1	54,8	60	54,6	864951,8	816441,743	57,6
6	calle 18 No. 5a -30	48,5	59,4	51,1	54,5	51,3	865139,1	816467,32	54,7
7	carrera 7a con calle 18	56,9	41,6	41,2	50,1	42,8	865410,8	816505,114	51,1
8	carrera 7a No. 15 - 30	57,3	45	43,6	45,8	46,4	865446,8	816270,525	51,3

Continuación Tabla 13 Valores de Medición Nocturna

PUNTO	UBICACIÓN	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	COORDENADAS		Laeq,T
							X	Y	
9	Calle 16 8b 47, Campo Nuñez	63,7	60	64,2	55,5	40,8	865686,0	816331,435	61,0
10	carrera 8 con calle 13	64,2	64,2	45,3	45,1	45,2	865569,0	816053,98	60,3
11	carrera 9 con calle 13	66,4	62,7	61,6	59,7	61,4	865762,8	816085,596	63,0
12	calle 16 con carrera 12	62,5	63,3	61,8	61,8	61,7	865909,1	816365,268	62,3
13	carrera 16 con calle 20	67,7	66,9	66,8	66,2	66	866079,7	816713,906	66,8
14	calle 21 con carrera 7b	68,5	68,7	68,9	69,8	68,7	866053,9	816988,21	68,9
15	calle 23 con carrera 1h	62,3	51,2	45,9	52	52	864417,0	816496,46	56,4
16	calle 21 con carrera 2	51,4	55,6	60	71,2	60,1	864668,1	816425,04	65,0
17	calle 25 con carrera 3	54,2	60,8	65,7	56,6	51,3	864628,9	816737,96	60,6
18	calle 25 con carrera 5a	52,7	47,1	45,7	60,4	49	864914,0	816849,897	54,6
19	calle 25 con carrera 8	63,5	62,1	63,6	61,9	63,2	865399,1	816993,679	62,9
20	carrera 9 con calle 21	69,2	68,1	68,4	66,2	68,2	865733,9	816883,385	68,1
21	carrera 16 frente a IX brigada	69,3	67,8	68,4	68,1	69	866005,9	817259,97	68,6
22	Carrera 1d Bis No. 15-10, San vicente de paul	52,4	52	51,5	49,6	49,9	864398,1	815961,415	51,2

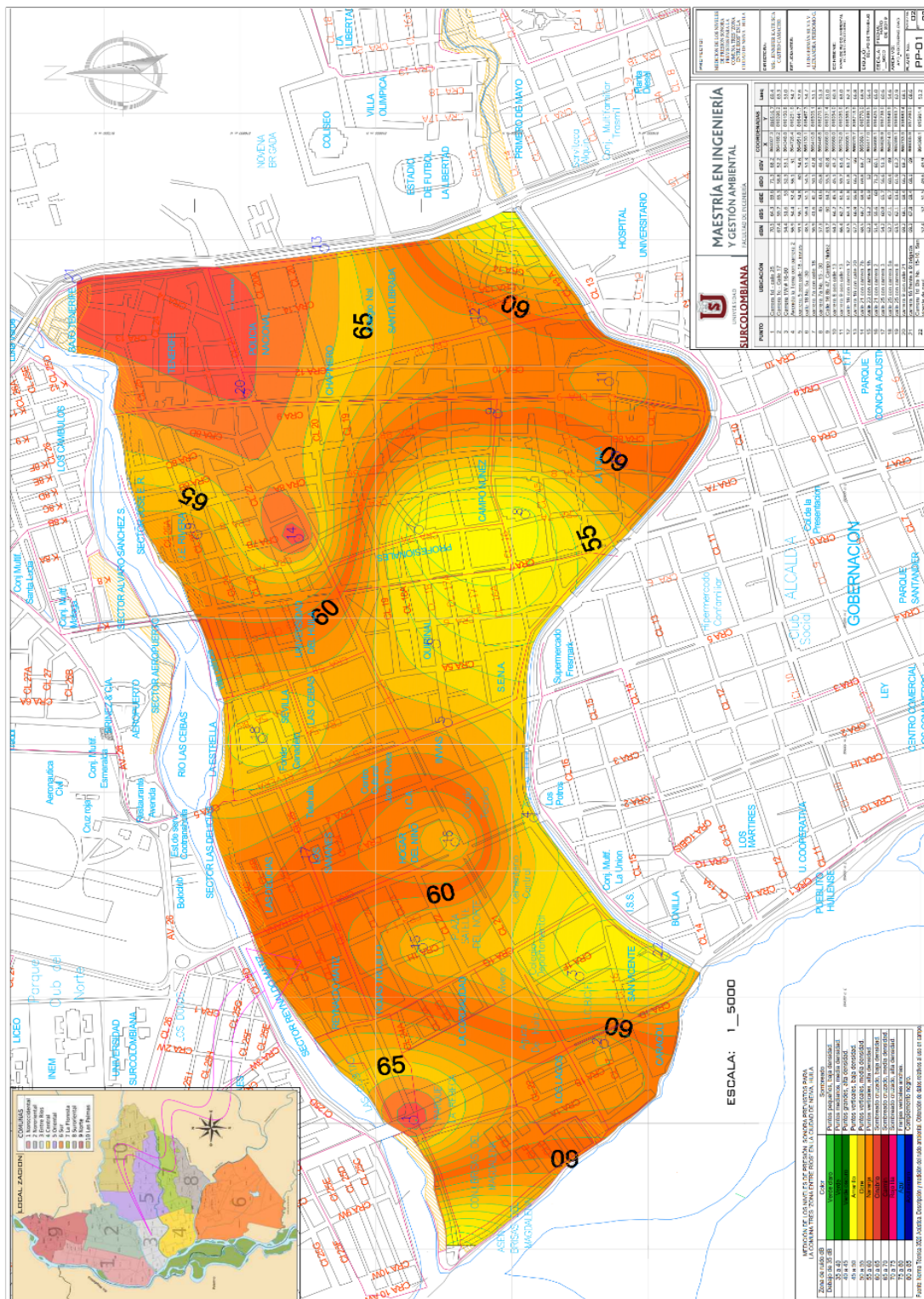


Figura 7 Mapa de Ruido Comuna 3 Jornada Nocturna día ordinario

### 1.3 Verificación del cumplimiento de la norma

Con los cálculos obtenidos en cada punto y la caracterización de los mismos, se establecieron los valores correspondientes al uso del suelo en las jornadas diurnos y nocturnos en días ordinarios; con lo cual se verifica el cumplimiento o no de la normatividad vigente. Los datos se consignan en las tablas 13 y 14, donde en la última columna se establece que: si el valor es negativo, significa que está por debajo de los niveles permitidos y si el valor es positivo indica el no cumplimiento de la norma debido a que está por encima de los niveles permisibles.

Tabla 14 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada diurna

PUNTO	UBICACIÓN	Laeq,T	USO DEL SUELO			
			UBICACIÓN	ZONAS AFECTADAS	RES 627 DE 2006	(-)CUMPLE/(+)NO CUMPLE
1	Carrera 1d - calle 25	74,6	RP (recreacional parque)	PRH-VT3	65	9,6
2	Carrera 1c - Calle 17	72,1	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	DRG1-VT3-RP	70	2,1
3	Carrera 1W # 16-90	58,5	VT3 (Residencial, AV Tradicional Tipo 3)	VZ-CRG2-DZ	65	-6,5
4	Avenida la Toma con carrera 2	72,0	DZ (Dotacional, Zonal)	RP-VT2	65	7,0
5	carrera 5 con calle 18 - invias	69,4	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	VT2-DRG1	70	-0,6
6	calle 18 No. 5a -30	66,8	COG (Comercial, Grupo 2 - Oficinas)	VT2-DRG1	70	-3,2
7	carrera 7a con calle 18	65,0	COG (Comercial, Grupo 2 - Oficinas)	RPD-VT2-DL	70	-5,0
8	carrera 7a No. 15 - 30	62,2	COG (Comercial, Grupo 2 - Oficinas)	CRG2-VT2	70	-7,8
9	Calle 16 8b 47, Campo Nuñez	61,8	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	CRG2	65	-3,2

Continuación Tabla 15 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada diurna

PUNTO	UBICACIÓN	Laeq,T	USO DEL SUELO			
			UBICACIÓN	ZONAS AFECTADAS	RES 627 DE 2006	(-)CUMPLE/(+)NO CUMPLE
10	carrera 8 con calle 13	62,2	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	CRG2-COG2	65	-2,8
11	carrera 9 con calle 13	67,1	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	VT2	70	-2,9
12	calle 16 con carrera 12	66,3	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	CRG2	65	1,3
13	carrera 16 con calle 20	71,5	RP (recreacional parque)	CRG2-DRG1	65	6,5
14	calle 21 con carrera 7b	71,5	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	VT3-VT2	70	1,5
15	calle 23 con carrera 1h	63,4	RP (recreacional parque)	DB-VT3	65	-1,6
16	calle 21 con carrera 2	73,4	DZ (Dotacional, Zonal)	RP-DRG1	65	8,4
17	calle 25 con carrera 3	66,7	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	DRG1	65	1,7
18	calle 25 con carrera 5a	63,0	VT3 (Residencial, AV Tradicional Tipo 3)	VT2	65	-2,0
19	calle 25 con carrera 8	58,4	VT3 (Residencial, AV Tradicional Tipo 3)		65	-6,6
20	carrera 9 con calle 21	70,6	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	DRG1-VT3-VT2	70	0,6
21	carrera 16 frente a IX brigada	72,6	VT3 (Residencial, AV Tradicional Tipo 3)	DRG1	65	7,6
22	Carrera 1d Bis No. 15-10, San vicente de paul	59,4	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	DRG1-VT2	70	-10,6

Con los datos obtenidos se elabora mapa de conflictos figura 8, donde se evidencia claramente cada una de las zonas donde no se cumple con la normatividad de acuerdo al

uso del suelo para las mediciones diurnas. Es importante destacar que existen puntos de medición que afectan de manera importante a sectores con un uso del suelo diferente.



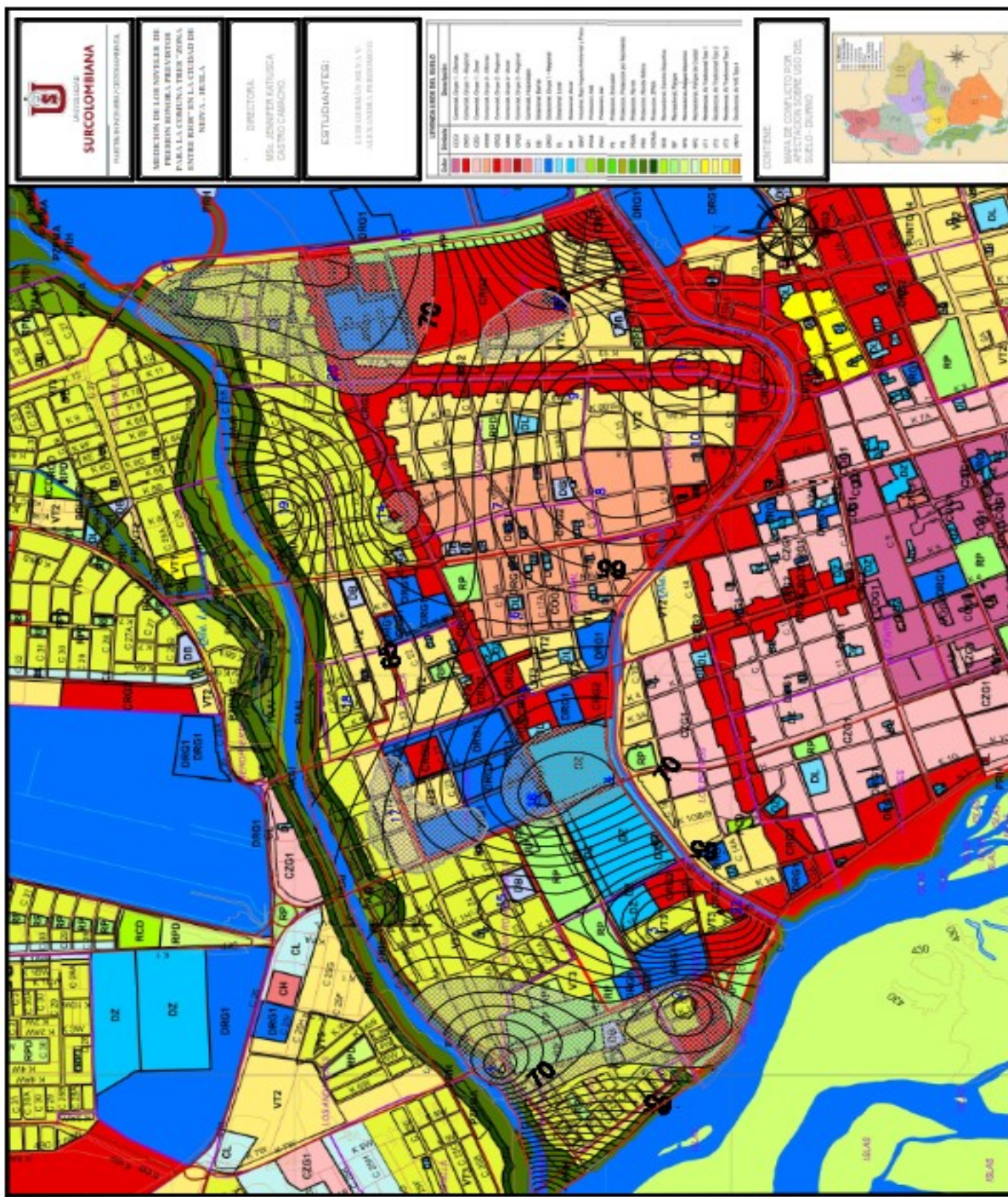


Figura 8 Mapa de conflicto uso del suelo Comuna 3 Jornada diurna

De acuerdo a los valores obtenidos en horarios diurno en relación al ruido se encontró que el 45.4% de los puntos de estudio no cumplen con los parámetros de la resolución 627 de 2006. Los puntos 1,2, 4, 14, 17, 20 y 21 con afectación de áreas de uso del suelo residencial según el POT, están por encima del umbral que la norma establece para estas zonas. Hay que tener presente que en estos puntos hay locales comerciales y vías principales lo cual altera las mediciones para estas zonas. Se resalta que los puntos 1, 2, están sobre una vía muy transitada la circunvalar donde pasan no solo vehículos locales, también nacionales, lo mismo ocurre en el punto 20 es una zona comercial donde hay bastante tráfico de vehículos y paso de peatones., lo que puede llevar a que se supere con mayor facilidad la norma.

Tabla 16 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada nocturna

PUNTO	UBICACIÓN	Laeq,T	USO DEL SUELO			
			UBICACIÓN	ZONAS AFECTADAS	RES 627 DE 2006	(-)CUMPLE/(+)NO CUMPLE
1	Carrera 1d - calle 25	69,4	RP (recreacional parque)	PRH-VT3	55	14,4
2	Carrera 1c - Calle 17	63,3	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal) VT3	DRG1-VT3-RP	60	3,3
3	Carrera 1W # 16-90	53,0	(Residencial, AV Tradicional Tipo 3)	VZ-CRG2-DZ	55	-2,0
4	Avenida la Toma con carrera 2	54,7	DZ (Dotacional, Zonal) CRG2	RP-VT2	55	-0,3
5	carrera 5 con calle 18 - invias	57,6	(Comercial, Grupo 2 - Zonal) COG (Comercial,	VT2-DRG1	60	-2,4
6	calle 18 No. 5a -30	54,7	Grupo 2 - Oficinas)	VT2-DRG1	60	-5,3

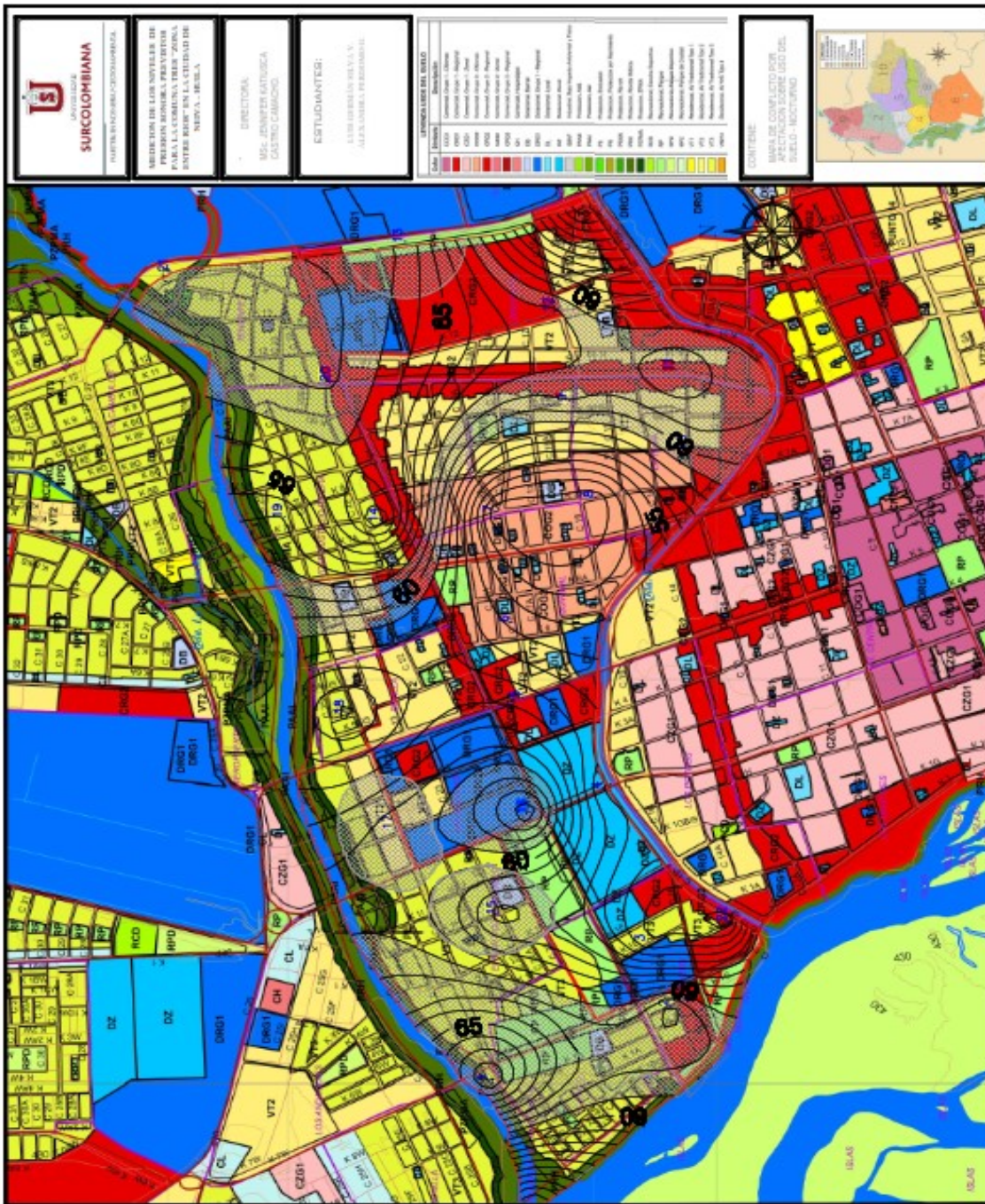
Continuación Tabla 17 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada nocturna

PUNTO	UBICACIÓN	Laeq,T	USO DEL SUELO			
			UBICACIÓN	ZONAS AFECTADAS	RES 627 DE 2006	(-)CUMPLE/(+)NO CUMPLE
7	carrera 7a con calle 18	51,1	COG (Comercial, Grupo 2 - Oficinas)	RPD-VT2-DL	60	-8,9
8	carrera 7a No. 15 - 30	51,3	COG (Comercial, Grupo 2 - Oficinas)	CRG2-VT2	60	-8,7
9	Calle 16 8b 47, Campo Nuñez	61,0	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	CRG2	55	6,0
10	carrera 8 con calle 13	60,3	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	CRG2-COG2	55	5,3
11	carrera 9 con calle 13	63,0	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	VT2	60	3,0
12	calle 16 con carrera 12	62,3	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	CRG2	55	7,3
13	carrera 16 con calle 20	66,8	RP (recreacional parque)	CRG2-DRG1	55	11,8
14	calle 21 con carrera 7b	68,9	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	VT3-VT2	70	-1,1
15	calle 23 con carrera 1h	56,4	RP (recreacional parque)	DB-VT3	55	1,4
16	calle 21 con carrera 2	65,0	DZ (Dotacional, Zonal)	RP-DRG1	55	10,0
17	calle 25 con carrera 3	60,6	VT2 (Residencial, AV Tradicional Tipo 2)	DRG1	55	5,6
18	calle 25 con carrera 5a	54,6	VT3 (Residencial, AV Tradicional Tipo 3)	VT2	55	-0,4
19	calle 25 con carrera 8	62,9	VT3 (Residencial, AV Tradicional Tipo 3)		55	7,9
20	carrera 9 con calle 21	68,1	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	DRG1-VT3-VT2	60	8,1

Continuación Tabla 18 Verificación de cumplimiento de los parámetros jornada nocturna

PUNTO	UBICACIÓN	Laeq,T	USO DEL SUELO			
			UBICACIÓN	ZONAS AFECTADAS	RES 627 DE 2006	(-)CUMPLE/(+)NO CUMPLE
21	carrera 16 frente a IX brigada	68,6	VT3 (Residencial, AV Tradicional Tipo 3)	DRG1	55	13,6
22	Carrera 1d Bis No. 15-10, San vicente de paul	51,2	CRG2 (Comercial, Grupo 2 - Zonal)	DRG1-VT2	60	-8,8

Con la información obtenida en los horarios nocturnos se observó que el porcentaje de puntos que no cumplen con lo establecido en la norma, es mayor que los datos diurnos. El porcentaje que no cumple es del 59.09% contrastado contra el 45.4% de las mediciones diurnas. Como se dijo anteriormente, algunos de los puntos corresponden a sitios donde transita gran cantidad de vehículos que pueden maximizar el fenómeno y dar mediciones de presión sonora alta. Pero también se observa en los puntos 2, 9, 10, 11, 12, y 13 que son zonas de uso comercial o afectadas por estas, no cumplen con la norma lo cual supone que debería de ejercerse un control más estricto por parte de las autoridades en relación con las emisiones de ruido y los usos de suelo a continuación en la figura 9 se visualiza el mapa de conflicto de uso de suelo nocturno.



## 1.4 Comparativo con otros estudios

Una vez obtenidos los valores de las mediciones, como un parámetro de control aproximado, se realizó comparación de datos obtenidos en el presente estudio con los realizados en el estudio 1 y estudio 2, por estudiantes de la Universidad Coorhuila (Olaya, González & Flórez 2016) y el contratado por la Corporación autónoma Regional del Alto Magdalena CAM (Sánchez, Ríos, Molina. 2011) respectivamente. Los datos tomados de cada estudio corresponden únicamente a jornadas ordinarias diurnas y nocturnas.

### 1.4.1 Comparativo Diurno

En la tabla 15 se observa que los valores obtenidos de presión sonora en el estudio 1, son significativamente más altos en los puntos 3, 10, 12, 19,21 y los demás puntos en valores bajos entre 52 y 59 dB en relación con el estudio actual que fue de 58dB . Respecto a los datos de la CAM, se obtuvieron valores muy altos en los puntos 3, 4, 7, 8, 9, 12, 20, 22 los cuales son el 80% de los datos retomados para comparación. Solo los puntos 2 y 6 muestran valores en dB bajos referentes a los datos hallados en este estudio.

Tabla 19 Comparativo con estudio 1 y estudio 2 Diurno

PUNTO	PROMEDIO dB - ESTUDIO	ESTUDIO 1		ESTUDIO 2	
		PUNTO	MEDICION	PUNTO	MEDICION
1	74,6	2	66,8	N/A	
2	72,1	6	59,5	1	68,3
3	58,5	22	71,6	5	67,1
4	72,0	13	68,4	12	89,9
5	69,4	14	66,6	N/A	
6	66,8	19	57,1	26	60,8

Continuación Tabla 20 Comparativo con estudio 1 y estudio 2 Diurno

PUNTO	PROMEDIO dB - ESTUDIO	ESTUDIO 1		ESTUDIO 2	
		PUNTO	MEDICION	PUNTO	MEDICION
7	65,0	21	65,9	34	66,3
8	62,2	N/A		33	69,9
9	61,8	N/A		41	68,6
10	62,2	23	69,9	32	64,8
11	67,1	N/A		40	68,2
12	66,3	29	68,5	48	71,8
13	71,5	N/A		53	71,4
14	71,5	22	71,6	N/A	
15	63,4	9	57,1	N/A	
16	73,4	12	68,3	N/A	
17	66,7	11	56,4	N/A	
18	63,0	16	58,5	N/A	
19	58,4	23	69,9	N/A	
20	70,6	N/A		50	76,1
21	72,6	33	76,0	N/A	
22	59,4	7	52,6	4	67,7

Fuente: (Olaya, González & Flórez 2016) (Sánchez, Ríos, Molina. 2011)

#### 1.4.2 Comparativo Nocturno

Los valores que muestra la tabla 16 hallados en el estudio 1, se observan valores altos en los puntos 3,4,5,6,7,10,12,14,18,19 es de resaltar que un alto porcentaje arrojan decibeles mayores, con gran diferencia al estudio actual. En el estudio 2, se encontraron valores de presión sonora bajos en los puntos 15, 16, 17, 22, Al igual que en las mediciones diurnas estos datos presentan diferencias significativa con este estudio. En los puntos comunes todos los valores son mayores.

Tabla 21 Comparativo con estudio 1 y estudio 2 Nocturno

PUNTO	PROMEDIO dB	ESTUDIO 1		ESTUDIO2	
		PUNTO	MEDICION	PUNTO	MEDICION
1	69,4	2	54,9	N/A	
2	63,3	6	51,1	1	64,7
3	53,0	22	67,5	5	64,1
4	54,7	13	59,7	12	58,3
5	57,6	14	59,3	N/A	
6	54,7	19	56,9	26	57,3
7	51,1	21	63,1	34	60,8
8	51,3	N/A		33	62,4
9	61,0	N/A		41	64,2
10	60,3	23	67,5	32	64,7
11	63,0	N/A		40	66,3
12	62,3	29	65,6	48	65,3
13	66,8	N/A		53	68,6
14	68,9	22	70,9	N/A	
15	56,4	9	51,8	N/A	
16	65,0	12	60,3	N/A	
17	60,6	11	52,4	N/A	
18	54,6	16	57,6	N/A	
19	62,9	23	67,5	N/A	
20	68,1	N/A		50	65,1
21	68,6	33	68,5	N/A	
22	51,2	7	49,6	4	64,4

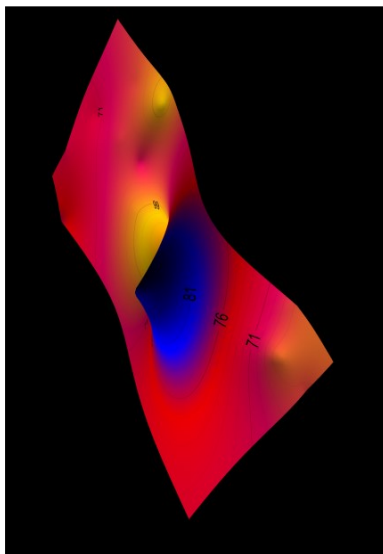
Fuente: (Olaya, González & Flórez 2016) (Sánchez, Ríos, Molina. 2011)

### 1.4.3 Comparativo grafica

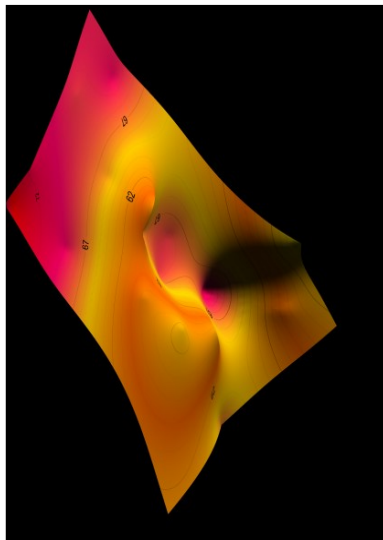
Se generaron gráficos tridimensionales, de los tres estudios para observar el comportamiento de los niveles de presión sonora y tener un referente para identificar las zonas de afectación de la contaminación por ruido.



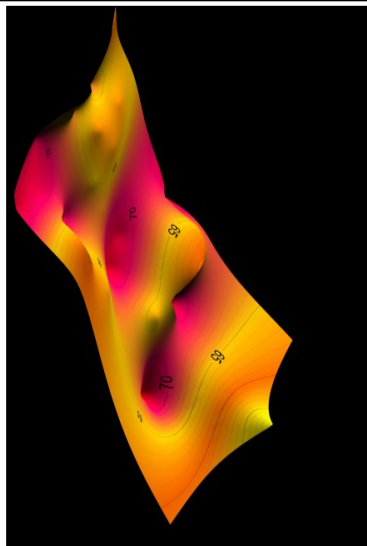
DIURNO CAM



DIURNO CORHUILA 2016



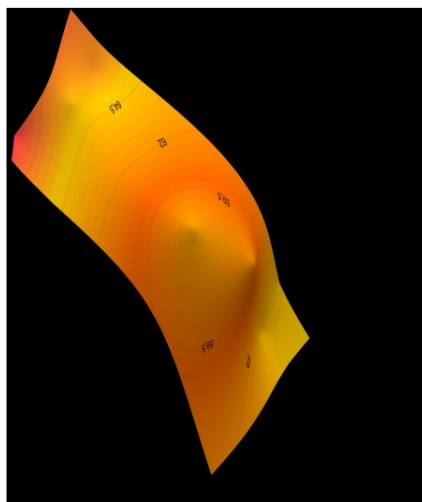
DIURNO TRABAJO DE GRADO



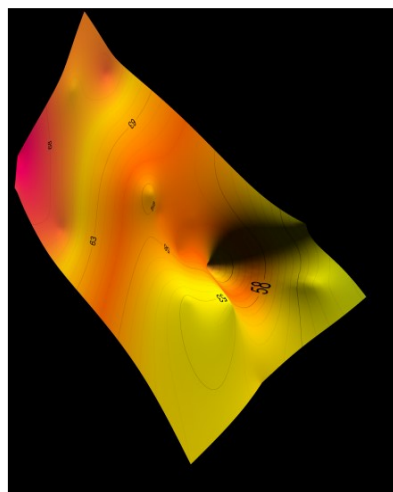
10 Comparativo 3D Diurno

En la presentación figura 10 de mapas de ruido Diurno en tres dimensiones, se observa que se mantiene una tendencia de niveles elevados de ruido en la zona media de la comuna 3 y en la zona oriental de la misma. De los tres estudios se puede analizar que existen variaciones significativas en los niveles de presión sonora, lo cual puede estar relacionado con el tipo de equipo utilizado.

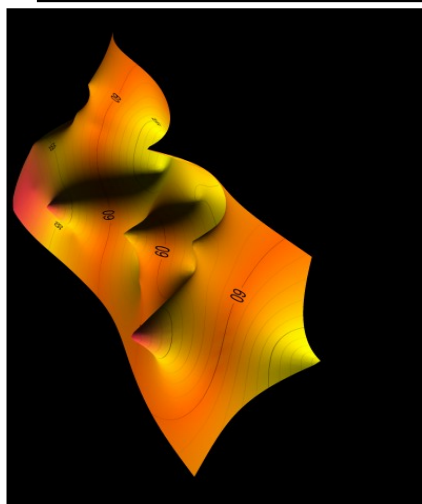
NOCTURNO CAM



NOCTURNO CORHUILA 2016



NOCTURNO TRABAJO DE GRADO



1 Comparativo 3D Nocturno

De acuerdo a la figura 11, se observa que las la variación nocturna en días ordinarios en el estudio 2, varía drásticamente con respecto a la diurna. Esta afectación se debe al punto de muestra No. 4 el cual tiene una diferencia de 31.6 dB. Igualmente se observa que en el presente estudio los picos altos mantienen su tendencia con respecto a la jornada diurna, lo cual puede deberse a un aumento en el número de vehículos que transitan en horas de la noche y posiblemente un aumento de locales comerciales generadores de ruido con respecto a años anteriores.

## 2. Casos Especiales

Según la norma se establecen los casos especiales los referidos a bares, discotecas si quedan en la zona de estudio y se hacen teniendo en cuenta los mismos requerimientos de las demás tomas, solo que se hace cada 5 metros.

Para obtener el nivel sonoro para cada punto, se utilizó la siguiente ecuación

$$Nivel.sonoro_2 = - \left( 20 * \log \frac{r_2}{r_1} \right) + Nivel.sonoro_1$$

$$Nivel.sonoro_2 = - \left( 20 * \log \frac{5}{10} \right) + 60.7$$

### 2.1 sitio “El AYER” Avenida circunvalar con calle 21

En la tabla 17 muestra el nivel sonoro respecto a las mediciones que se hicieron cada 5 metro de distancia del punto de afectación. Sitio de esparcimiento nocturno ubicado en una vía principal muy transitada por automóviles, motos y vehículos de carga.

Tabla 22 Medición especial "El Ayer"

RADIO	dB	NIVEL SONORO
1	74,7	
5	71,5	60,7
10	70,8	65,5
15	60,5	67,3
20	60,2	58,0
25	54,6	58,3
30	62,7	53,0
30	58,0	62,7

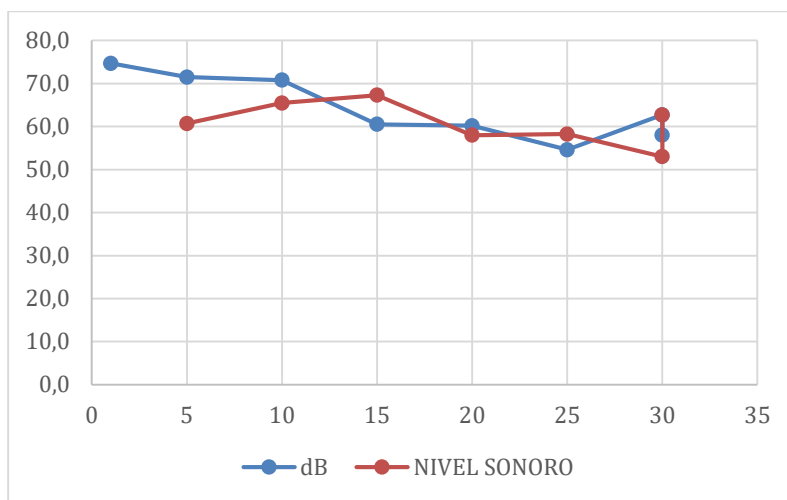


Figura 12 Comportamiento nivel sonoro punto especial "el ayer"

El comportamiento del nivel sonoro ilustrado en la figura 12 nos permite identificar que a medida que el radio aumenta los valores en decibeles disminuye hasta los 30 metros luego aumenta un poco debido a que en el sitio se presenta constante flujo vehicular que también altera la toma de datos. Según el POT la zona es de uso residencial, institucional y recreativo; teniendo en cuenta la resolución 027 de 2006 establece para estos sitios los

decibeles máximos permisibles en horarios nocturno es de 50, con esta información se realizó la tabla 18 para evaluar el impacto ambiental del sitio.

Tabla 23 Evaluación del impacto sitio "El Ayer"

<b>Punto El Ayer: Se encuentra ubicado en zona residencial, pasa una vía principal</b>				
<b>Radio (m)</b>	<b>dB real</b>	<b>dB norma</b>	<b>dB real – dB norma</b>	<b>Evaluación impacto</b>
<b>1</b>	<b>74,7</b>	<b>50</b>	<b>24,7</b>	<b>ALTO</b>
<b>5</b>	<b>71,5</b>	<b>50</b>	<b>21,5</b>	<b>ALTO</b>
<b>10</b>	<b>70,8</b>	<b>50</b>	<b>20,8</b>	<b>ALTO</b>
<b>15</b>	<b>60,5</b>	<b>50</b>	<b>10,5</b>	<b>ALTO</b>
<b>20</b>	<b>60,2</b>	<b>50</b>	<b>10,2</b>	<b>ALTO</b>
<b>25</b>	<b>54,6</b>	<b>50</b>	<b>4,6</b>	<b>ALTO</b>
<b>30</b>	<b>62,7</b>	<b>50</b>	<b>12,7</b>	<b>ALTO</b>

El impacto ambiental según la tabla 18 establece que los valores tomados en decibeles están por encima del valor establecido por la resolución 027 de 2016, según Muriel & Cortés (2008) la diferencia de los valores tomados en el sitio con lo establecido en la norma si es mayor a 1 el impacto ambiental es alto, por lo que se puede concluir que el sitio del ayer es una fuente de contaminación sonora para la población existente en la zona.

## 2.2 Sitio “La cita” carrera 7 con calle 16

Es un lugar de esparcimiento nocturno ubicado en una vía muy transitada como es la carrera séptima, en la tabla 19 se muestra las mediciones que se realizaron a diferentes distancias, se observa la disminución de los decibeles a medida que aumentaba el radio; solo a los 30 metro hubo una medición más alta en relación con las otras.

Tabla 24 Medición especial "La Cita"

RADIO	dB	NIVEL SONORO
1	75,0	
5	73,4	61,0
10	69,6	67,4
15	69,0	66,1
20	68,3	66,5
25	66,1	66,4
30	70,9	64,5

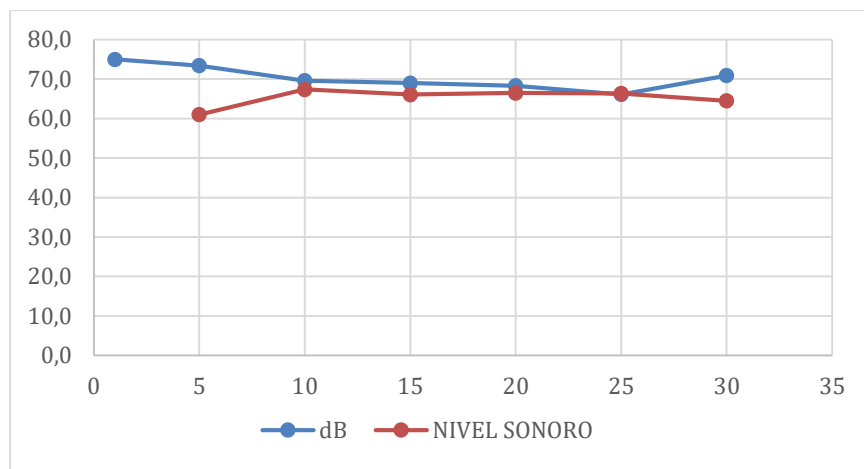


Figura 13 comportamiento nivel sonoro punto especial "La Cita"

La figura 13 nos muestra el comportamiento de los valores tomados en decibeles en comparación con el nivel sonoro, permitiendo identificar la disminución y aumento de estos. Según el POT la zona se identifica como residencial y los niveles permisibles según la resolución 027 de 2016 es de 50 dB para horarios nocturno; de acuerdo a lo anterior los decibeles medidos sobrepasan lo establecido en la norma; es pertinente mencionar que en la zona hay otros bares y el tránsito de vehículos de noche es bastante notorio.

Tabla 25 Evaluación del impacto sitio "La Cita"

<b>Punto La Cita: Se encuentra ubicado en la Cr 7 con 16, es una zona residencial según el POT</b>				
<b>Radio (m)</b>	<b>dB real</b>	<b>dB norma</b>	<b>dB real – dB norma</b>	<b>Evaluación impacto</b>
<b>1</b>	<b>75,0</b>	<b>50</b>	<b>25,0</b>	<b>ALTO</b>
<b>5</b>	<b>73,4</b>	<b>50</b>	<b>23,4</b>	<b>ALTO</b>
<b>10</b>	<b>69,6</b>	<b>50</b>	<b>19,6</b>	<b>ALTO</b>
<b>15</b>	<b>69,0</b>	<b>50</b>	<b>19,0</b>	<b>ALTO</b>
<b>20</b>	<b>68,3</b>	<b>50</b>	<b>18,3</b>	<b>ALTO</b>
<b>25</b>	<b>66,1</b>	<b>50</b>	<b>16,1</b>	<b>ALTO</b>
<b>30</b>	<b>70,9</b>	<b>50</b>	<b>20,9</b>	<b>ALTO</b>

Para evaluar el impacto ambiental de acuerdo a las mediciones hechas se puede analizar los valores establecidos en la tabla 20 donde se realizó la diferencia de los valores de decibeles tomados en campo con lo estipulado por la norma, dando valores superiores a 1 lo que establece que el impacto ambiental es alto según Muriel & Cortés (2008).

### **3. Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento**

A través del reconocimiento y conforme a la metodología de trabajo en campo establecida, se realizó un inventario del número de puntos de estudio. Este dato se consideró como el tamaño de la población (N). Para establecer el tamaño de la muestra y hacer el ajuste, se utilizó la metodología planteada por Hernández (2010), como se indica en la ecuación 1 y posteriormente en la ecuación 2, el resultado fue el tamaño óptimo de la muestra en esta investigación:



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

$$n_0 = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.032^2} \quad n_0 = 1067$$

Donde:

$n_0$  = 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)

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

$$n = \frac{1067}{1 + \frac{(1067 - 1)}{44}} \quad (2) \quad n = 42$$

Donde:

n = tamaño óptimo de la muestra

$n_0$  = tamaño de la muestra sin ajustar

N = tamaño de la población

Los cálculos realizados permitieron establecer la muestra en las encuestas dando como producto 42 encuestados. Los resultados obtenidos por el instrumento de medición niveles de percepción sonora de algunas personas de la comuna tres de la ciudad de Neiva arrojaron

la siguiente información teniendo en cuenta que se aplicó a personas con edades entre 16 a 60 años, sin discriminación de sexo, además de que vivieran y trabajaran en la zona.

También se determinó el alfa de cronbach con un 0.99 que dentro de los valores de confiabilidad es un nivel alto según Christopher (2007), permitiendo que este instrumento brinde la información necesaria en relación con los niveles de presión sonora en zonas residenciales y comerciales.

Tabla 26 Determinación del criterio de confiabilidad

k	42
SSi2	48,51
ST2	1888,65
$\alpha$	0,99807896

Tabla 27 Paramentos de confiabilidad

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
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)

El siguiente análisis se graficó dividiendo las preguntas en 4 bloques que corresponde a cada grafica; el primero está conformado por el punto 1. Características del ruido percibido, 2.molestia apreciada por contacto de fuente emisora, 3. Disminución de concentración mental, interferencia en la comunicación verbal. El segundo bloque por el primer punto de fuentes de ruido y su afectación sobre actividades cotidianas, el segundo punto corresponde al tercer bloque. El cuarto lo constituye los puntos tres, cuatro y cinco.

En la figura 14 las preguntas relacionadas con el ruido en el ambiente donde viven ya sea diurno o nocturno son para la mayoría poco y aceptable, no le afecta para realizar sus actividades diarias tampoco de modificar su tono de voz para hablar.

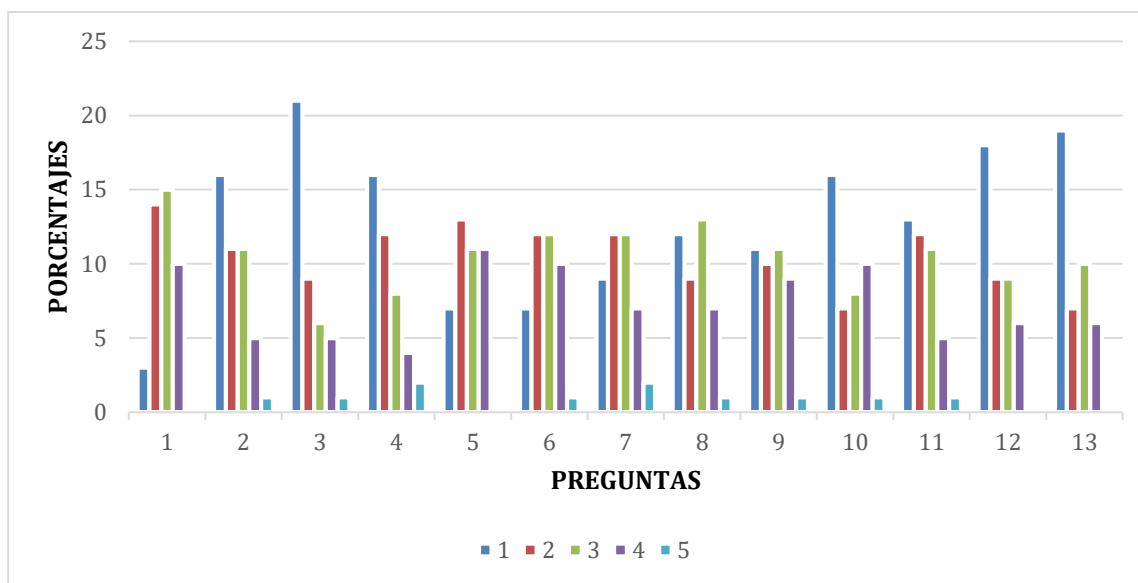


Figura 14 de ruido y su afectación sobre actividades cotidianas

Referente a los cuestionamientos en esta sección figura 15 se concluye que los aviones y helicópteros son los sonidos más molestos dentro de las casas; poco y aceptable en gran porcentaje se encuentran las iglesias, voces exteriores y bares, a lo que se refiere a ruidos de industria y animales son los calificados como los que no producen ruido; debido a que en la comuna tres es una zona residencial y comercial mas no industrial.

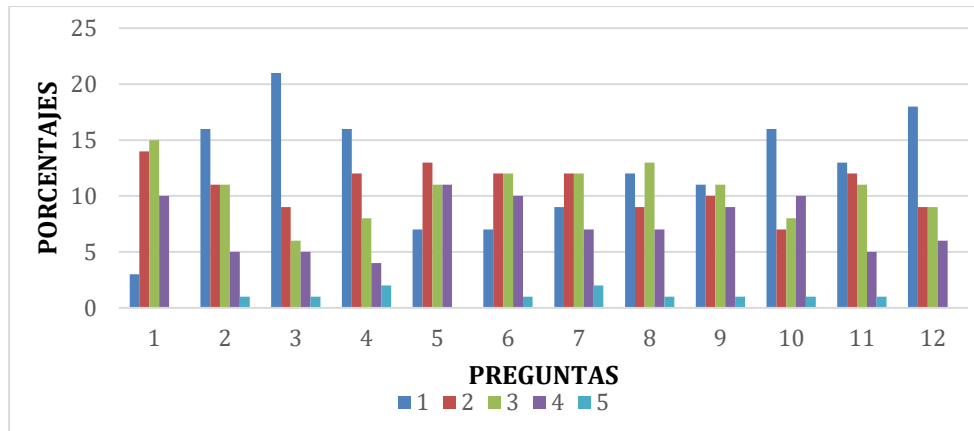


Figura 15 Percepción de Ruido dentro de la Casa

La percepción de las fuentes de ruido fuera de la casa figura 16 se determinaron que son aceptables y producen mucho ruido los automóviles y el transporte público a las personas que tiene sus casas cerca de las vías principales ; en relación con otras fuentes como bares, aviones, instituciones educativas, industria, obras en construcción, animales en su mayor porcentaje son los que no les produce nada de molestia.

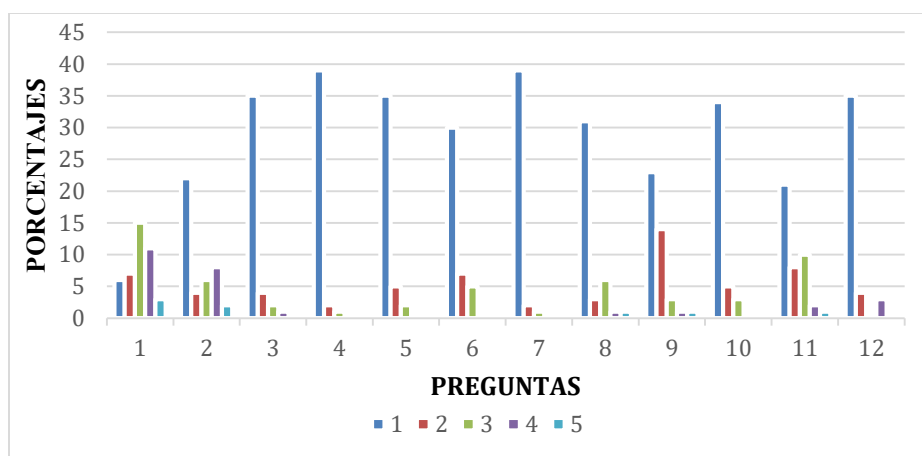


Figura 16 Percepción de Ruido fuera de la Casa

En la figura 17 se evidencia que las personas durante la semana manifestaron que en la mañana y tarde el ruido es poco y aceptable en un bajo porcentaje establecen algunos que el ruido es mucho; respecto a la noche el ruido es poco o nada. En relación con el fin de semana en la mañana el ruido es poco o nada pues muchas personas aprovechan el domingo para descansar en la mañana en cambio en la tarde y noche en un gran porcentaje no hay ruido seguido de poco y mucho para algunas personas debido a que los sitios comerciales como restaurantes son muy visitados los fines de semana por que la mayoría de familias acostumbran a salir a comer fuera de sus casas.

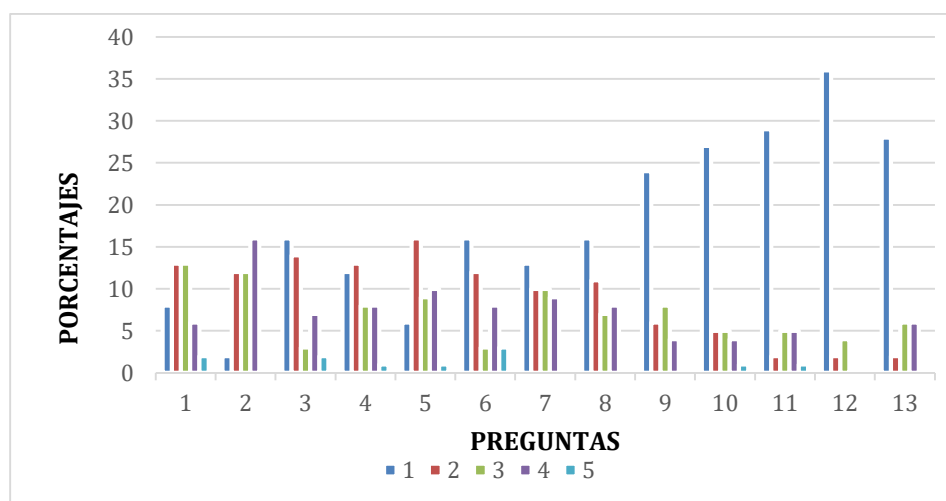


Figura 17 Percepción del ruido en la semana y el fin de semana

Los entrevistados en su gran mayoría no le molesta el ruido para realizar algunas actividades como escuchar radio, televisión, conversar, estudiar, leer, dormir, comer; en más bajos porcentajes esta los valores de pocos y aceptables. También se evidencia que en algunas personas el ruido les molesta mucho para dormir más a los que sus viviendas quedan cerca de las zonas comerciales como restaurantes y bares.

#### **4. Conclusiones**

Mediante las medición de presión sonora en la comuna tres de la ciudad de Neiva, se identificaron niveles por encima de lo establecido por la resolución 627 de 2006, específicamente en los puntos 1, 2, 4, 13, 14, 16, 20,21; siendo estas zonas focos de contaminación auditiva que pueden generar problemas de salud a la población.

La conformación urbanística de la ciudad de Neiva, la cual se ha desarrollado históricamente de manera desordenada, ha llevado a que converjan estrechamente en un mismo sector zonas destinadas a usos diferentes del suelo, lo que ocasiona afectaciones sonoras entre sectores que por norma tienen permitido diferentes niveles de emisión de ruido en las jornadas diurna y nocturna.

Los sectores más vulnerables a las afectación sonora en la comuna tres de la ciudad de Neiva, principalmente en la jornada diurna, son aquellos que están ubicados en el margen de las vías principales de la ciudad, lo que lleva a concluir que el mayor conflicto es generado por el tráfico vehicular.

Una vez realizado el análisis comparativo en las jornadas diurna y nocturna de los datos obtenidos en el proceso de medición y los valores permitidos por la normatividad de acuerdo al uso del suelo, se concluye que en la jornada nocturna es donde más se sobrepasan los niveles permitidos.

Con la aplicación del estudio de percepción de la comunidad frente a los niveles de presión sonora de la comuna tres de la ciudad de Nieva, se observa que hay un alto porcentaje que consideran que la presión sonora no les afecta para realiza sus labores diarias, lo que lleva a suponer que existe un alto grado de tolerancia y conformismo ante el fenómeno.

## **5. Recomendaciones**

Como se determinó en la presente investigación, uno de los principales contaminantes sonoros es el alto tráfico vehicular, lo cual lleva a que sea necesario adelantar por parte de la autoridad ambiental y los organismos municipales, estrategias para la disminución de las fuente de ruido, realizando controles en la circulación de vehículos pesados, revisión técnico mecánica y de velocidad.

Se recomienda adelantar puntualmente campañas de tipo educativo de la mano de medidas sancionatorias a aquellos establecimientos públicos que no cumplan con los parámetros que por ley están obligados a cumplir de acuerdo con su actividad económica y el uso del suelo.

Es importante llevar a cabo una actualización del plan de ordenamiento territorial de la ciudad, con el fin de evitar zonas de conflicto entre los diferentes usos del suelo, dado que existen zonas comerciales que afectan de manera directa a establecimientos e instituciones educativas los cuales por su naturaleza comercial deben ser de alguna manera protegidas por las autoridades.

## 6. Referencias Bibliográficas

Abatte, C., Concetto, G., Forfunato, M., Brecciaroli, R., Tringali, M., Beninato, G., et al. (2005). Influence of environmental factors on the evolution of industrial noise-induced hearing loss. Springer, Vol.107, pp. 351-361.

Alcaldía mayor de Bogotá. (2012). Proyecto de Acuerdo 035. Bogotá, Colombia.  
 Álvarez I, Méndez J, Delgado, L, Acebo F, De Armas J, & Rivero M. (2017) Contaminación ambiental por ruido, Rev.Med.Electrón. vol.39 no.3.

Álvarez G. D Secretario Distrital de Ambiente (E). Resolución 6918 de 2010. Dada en Bogotá, D.C.

Audiencia Provincial de Barcelona. Sección Vigésimo Primera P.A. Num.68/08. Sentencia.2009.

Bautista J. (2010). Guías de atención integral basadas en la evidencia para patologías ocupacionales (gatiso). Parte III. Hipoacusia neurosensorial. Gaceta Informativa. Agosto; 9.

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2015). Medición de ruido ambiental y elaboración del plan de descontaminación por ruido en Villamaria, Caldas.

Corporación autónoma regional de Cundinamarca. (2007). Mapa de ruido. Municipio de Girardot Cundinamarca. Contrato CAR 589.

Castro J.K, Cerquera N.E y Escobar, F.H. (2015). Model of economic value for the desertification process of the “Tatacoa Desert”. Journal Of Engineering And Applied Sciences ISSN: 1819-6608 ed: v.10 fasc.8, Pakistán, p. 6

Castro J. K. y 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 para optar al Título de Ingeniero Agrícola. Universidad Surcolombiana. Neiva. p. 117.

Castro, J, Cerquera, N, Olaya, A. (2009) Guía metodológica fase experimental del seminario, Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental, Universidad Surcolombiana, Neiva.

Cattaneo M; Vecchino R; Lopez S; Navilli M; Scrocchi F. Estudio de la



contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires. Grupo GIIS.) Facultad de Ingeniería. Universidad de Palermo. maricelcattaneo@yahoo.es – (011) 4983 2085

Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente –DAMA, (2004). Minimización y control del ruido en fuentes fijas.

Dirección General de Riesgos Profesionales del Ministerio de protección social “Enfermedades profesionales en Colombia” 2004

E. Murphy, E. King and H. Rice. (2009). “Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland”. Environment International. Vol. 35, No 2, February, pp. 298-302.

Escuela Colombiana de Ingeniería, (2007). Niveles de ruido. Laboratorio de Ergonomía ed. 1.

García S., Garrido F. (2003). “La contaminación acústica en nuestras ciudades”. Fundación “La Caixa”. Barcelona, España

González E. (2012). Contaminación Sonora y Derechos Humanos, Serie Investigaciones: Derechos Humanos en las políticas públicas, No. 2 Defensoría del Vecino de Montevideo

Gandia, S. (2003). Curso de contaminación acústica. Obtenido de Facultad de Física, Dpto. de Termodinámica. Universidad de Valencia: <http://www.uv.es/~segarra/docencia/apuntes%20contam%20sonora/Cont%20Ac%3st%2003-04t.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2005) Comparación de la normatividad nacional e internacional en materia de contaminación del aire.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2006). Documento soporte norma de ruido ambiental. Bogotá. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/198945180/3126-1727-Documento-Soporte-Ruido-Mayo-25>.

ISO 1996 - Acústica – Descripción y Medición del Ruido Ambiental.

ISO 9613 – Acústica – Atenuación del Sonido durante su Propagación en el Exterior.

Jiménez B. (2002). La contaminación ambiental en México, Distrito federal, México. Cap. 7, Ed. Limusa.

López, H. D. (2015). Actualización de los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Medellín, Bello, Itagüí. Valle de Aburra.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2006). Resolución 0627 del 7 de abril del 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”, Bogotá, Colombia, p. 30

Ministerio de Salud (1983) normas 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 de agosto.

Muriel, C.M y Cortés Y. (2008). Diagnóstico de los niveles de presión sonora en la localidad La Candelaria de la ciudad de Bogotá D.C., mediante la aplicación de la metodología establecida en la resolución 0627 de 2006, trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero ambiental y sanitario. Universidad de La Salle, Bogotá D.C., p. 182

Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía. (2013). Ruido y salud. Unión Europea.

Olaya S, González, A, Flórez M. (2016). Medición de los niveles de ruido ambiental en la comuna tres de la ciudad de Neiva.

Orozco, M. (2008a). El análisis de ruido en Guadalajara: Elementos Clave para la realización de estudios de ruido urbano. Capítulo 6. En “Investigación Socio ambiental: Paradigmas aplicados en salud ambiental y educación ambiental”, Curiel-Ballesteros A. (eds.), 161-182, Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco, México.

Organización Mundial de Salud, O. (1995). Guías para el Ruido Urbano

Polo, B, Nieto, O, Camacho, A, Mejía J, Escobar E, Araque A. (2006). Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (GATI-HNIR). Ministerio de la Protección Social. Dic.

Real Decreto 1995/1978, de 12 de mayo, por el que se aprueba el Cuadro de Enfermedades Profesionales en el sistema de la Seguridad Social. BOE n°.203, de 25 de agosto de 1978.1978.

Ramírez González, A. D. (2011). El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles.

Ramos. (2010). Medidas de Ruido. Obtenido de [http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos\\_ruido.pdf](http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos_ruido.pdf)

Sánchez, L.H; Ríos .O; Molina. J.M. (2011). Niveles de ruido ambiental en la zona microcentro del municipio de Neiva-Huila. Universidad Nacional sede Medellín.

Sánchez A., Luis H O. R. (2011). Niveles de ruido ambiental en la zona microcentro. Medellín.

Ruffa, F. (2005). Universidad de San Buenaventura. Memorias Curso Análisis de Ruido, Bogotá.

Ruiz, D.P. (2017) Efectos del ruido [unidad didáctica]. Universidad de Granada. Departamento de Física Aplicada [<http://hdl.handle.net/10481/47643>]

Soler SF, Soler L. (2012). Usos del coeficiente alfa de Cronbach en el análisis de instrumentos escritos. Rev Méd Electrón [Internet]. 2012 [citado: fecha de acceso];34(1). Disponible en:  
<http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202012/vol1%202012/tema01.htm>

ANEXOS

ANEXO 1. CONSOLIDADO ENCUESTAS

ITEM/No. Enc.	Evaluación de la percepción y el grado de afectación de los niveles de presión sonora				Fuentes de ruido y sus actividades sobre actividades cotidianas												Sum Item																															
	1.	2.	3.	4.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7																								
1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
3	3	3	1	3	4	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
4	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
5	4	1	3	2	4	4	3	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
6	4	1	3	2	4	4	3	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
7	3	2	2	2	3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
8	3	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
9	2	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
10	2	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
11	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
12	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1																								
13	4	5	4	4	4	3	4	4	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
15	3	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
16	2	1	2	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
17	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
18	3	2	3	3	5	4	3	2	3	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
19	3	4	4	4	2	4	4	3	4	5	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
20	2	1	3	3	3	4	3	2	4	4	1	1	2	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1																								
21	4	3	3	2	3	3	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
22	2	2	1	4	4	3	3	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
23	4	2	1	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
24	2	3	3	3	5	4	3	4	4	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
25	3	1	1	1	3	3	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
26	4	1	2	3	4	3	4	2	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
27	4	1	2	3	4	3	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
28	3	4	5	4	3	3	2	3	3	4	4	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
29	2	4	2	3	3	4	3	3	2	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
30	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
31	3	5	5	4	2	1	5	2	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
32	2	1	1	4	5	3	1	3	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
33	3	2	3	2	4	3	2	2	3	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
34	3	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
35	4	3	2	3	4	2	2	3	2	2	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
36	3	1	2	2	2	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
37	2	1	1	2	3	4	2	5	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
38	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
39	4	4	4	2	1	1	3	1	4	2	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
40	3	3	1	2	3	4	4	4	4	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
41	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																								
42	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																								
080	1.51	1.53	1.36	1.09	1.17	1.30	1.29	1.35	1.61	1.19	1.21	1.26	1.28	2.22	0.44	0.05	0.30	0.48	0.13	0.66	0.83	0.56	1.07	0.64	1.28	1.84	0.48	0.13	0.26	0.48	0.30	0.80	0.94	1.13	0.64	1.20	0.86	1.52	1.32	1.14	1.78	1.28	1.11	1.28	1.43	0.37	1.33	76431

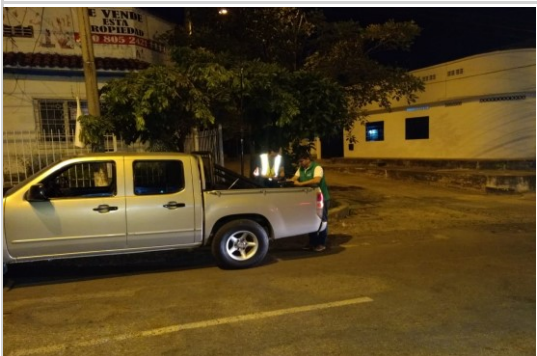
## ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRAFICO MEDICIONES



MEDICION NOCTURNA



MEDICION DIURNA



MEDICION DIURNA



MEDICION DIURNA



MEDICION DIURNA



MEDICION DIURNA