



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 26 Julio 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

CARLOS ALBERTO CUELLAR MEDINA, con C.C. No. 83.090.411,

WILLIAM ENRIQUE PINTO GALEANO, con C.C. No. 79.579.034,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o titulado “MONITOREO DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA CUATRO DE LA CIUDAD DE NEIVA, DEPARTAMENTO DEL HUILA”, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de “MAGISTER EN INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL”. Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

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

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

CARLOS ALBERTO CUELLAR MEDINA

WILLIAM ENRIQUE PINTO GALEANO

Firma:

Firma:

Vigilada Mineducación



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** MONITOREO DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA CUATRO DE LA CIUDAD DE NEIVA, DEPARTAMENTO DEL HUILA

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CUELLAR MEDINA	CARLOS ALBERTO
PINTO GALEANO	WILLIAM ENRIQUE

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
OLAYA AMAYA	ALFREDO

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
No aplica	No aplica

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

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental

**CIUDAD:** Neiva      **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019      **NÚMERO DE PÁGINAS:** 94

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

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: No aplica



**MATERIAL ANEXO:**

Anexo A. Instrumento de Medición  
Anexo B. Tabla Cronbach  
Anexo C. Mapas

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*): No Aplica

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Mapa de Ruido	Noise Map
2. Presión sonora	Sound Pressure
3. Nivel de Ruido	Noise Level
4. Decibeles	Decibels

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

Se ha realizado un monitoreo a los niveles de presión sonora que se generan en la Comuna cuatro del casco urbano de la ciudad de Neiva, departamento del Huila. Para ello, se llevó a cabo la recolección de información mediante sonómetro tipo 1 en los 40 puntos de monitoreo y se realizaron 80 encuestas de percepción para obtener el grado de molestia del ruido de los habitantes del sector. Con la información obtenida se realizó la cuantificación de los niveles de presión sonora, para ser plasmados con análisis geoestadístico en un mapa de ruido.

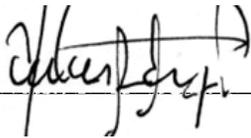
**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The sound pressure levels generated in the commune four in the urban area of the city of Neiva, department of Huila, have been monitored. To this end, information was collected using type 1 sound level meters at the 40 monitoring points and 80 perception surveys were carried out to obtain the degree of noise nuisance of the inhabitants of the sector. The information obtained was used to quantify sound pressure levels, to be captured with geostatistical analysis in a noise map.

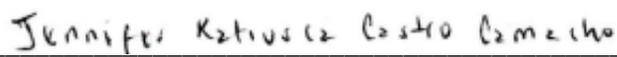


**APROBACION DE LA TESIS**

**Nombre Presidente Jurado:** MSc NESTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA

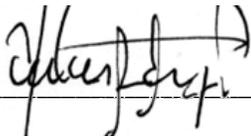
**Firma:** 

**Nombre Jurado:** M.SC. JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO

**Firma:** 

**Nombre Jurado:**

MSc NESTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA

**Firma:** 

**Monitoreo de los niveles de presión sonora en la comuna cuatro de la ciudad de Neiva,  
departamento del Huila**

Carlos Alberto Cuéllar Medina  
William Enrique Pinto Galeano

Universidad Surcolombiana  
Facultad de ingeniería  
Maestría en ingeniería y gestión ambiental  
Neiva -Huila

2019

**Monitoreo de los niveles de presión sonora en la comuna cuatro de la ciudad de Neiva,  
departamento del Huila**

Carlos Alberto Cuéllar Medina

William Enrique Pinto Galeano

Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al título de  
Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental

Director: Alfredo Olaya Amaya, PhD.

Universidad Surcolombiana

Universidad Surcolombiana

Facultad de ingeniería

Maestría en ingeniería y gestión ambiental

Neiva -Huila

2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

MSc. Nestor Enrique Cerquera Peña

JURADO

---

MSc. Jennifer Katiusca Castro Camacho

JURADO

---

MSc. PhD. Alfredo Olaya Amaya

DIRECTOR

Neiva, Mayo de 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso que sostiene mi alma y mi espíritu para continuar adelante cada día, con la guianza magistral de mis padres quienes me regalaron la vida y que con sus enseñanzas me han permitido construir y perseverar en cada uno de mis proyectos personales y profesionales. A mi familia, en especial a mis amados hijos María Camila, Juan Martín y bebé que son especial motor de mi existencia. A la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena –CAM-, cuna de mi desarrollo profesional y nicho de mi aprendizaje. A cada uno de mis profesores, demás amigos y compañeros de camino por apoyarme incondicionalmente.

Carlos Alberto Cuéllar Medina

Agradezco a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso e hiciste realidad este sueño anhelado. Al apoyo incondicional de mi familia los cuales me han motivado durante mi formación profesional. A la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena –CAM-, por brindarme el apoyo y conocimiento profesional y a la Universidad Surcolombiana –USCO-, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecer mi aprendizaje.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimiento y experiencias profesionales.

William Enrique Pinto Galeano

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	9
1. Introducción.....	11
2. Descripción del problema.....	12
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo General .....	15
3.2 Objetivos Específicos .....	15
4. Marco teórico.....	16
4.2 Dinámica en la legislación Colombiana del ruido .....	18
4.3 Conceptos fundamentales sobre el ruido según la Resolución 627 de 2006.....	22
4.4 Estudios del ruido en las principales ciudades de Colombia .....	25
4.5 Estudios del ruido en la ciudad de Neiva – Huila .....	26
5. Metodología.....	28
5.1 Fases metodológicas desarrolladas en el proyecto de investigación.....	30
5.1.1 FASE 1. Revisión bibliográfica .....	30
5.1.2 FASE 2. Aprestamiento.....	30
5.1.3 FASE 3. Trabajo de campo .....	33
5.1.4 FASE 4. Análisis de información.....	36
5.1.5 FASE 5. Divulgación de resultados .....	40
6. Resultados y discusión .....	41
6.1 Determinación de ruido ambiental de la comuna 4 de la ciudad de Neiva. ....	41
6.1.1 FASE 1 Revisión bibliográfica .....	41
6.1.2 FASE 2. Aprestamiento.....	41
6.1.3 FASE 3. Trabajo de campo .....	42
6.1.4 FASE 4. Análisis de información.....	43
6.2 Verificación del desempeño de los modelos .....	48
6.3 Mapa de ruido del ruido ambiental de la Comuna 4 de la ciudad de Neiva y su cumplimiento normativo .....	50
6.4 Análisis multitemporal del ruido en un periodo no continuo (2011-2016 -2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva .....	62
6.5 Percepción de la comunidad frente al ruido ambiental de la comuna cuatro (4) de la ciudad Neiva .....	75

6.6 Apropiación social de los resultados de la investigación en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva .....	84
7. Conclusiones.....	85
8. Referencias bibliográficas.....	88
ANEXOS .....	94

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Estándares Máximos Permisibles de Niveles de ruido ambiental expresados en decibeles (dB). (MAVDT, 2006) .....	20
<b>Tabla 2.</b> Actividades realizadas a nivel nacional sobre ruido .....	25
<b>Tabla 3.</b> Ubicación de los puntos para muestreo .....	31
<b>Tabla 4.</b> Cartera de campo .....	33
<b>Tabla 5.</b> Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física.....	33
<b>Tabla 6.</b> Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo No.....	36
<b>Tabla 7.</b> Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo No.....	36
<b>Tabla 8.</b> Valores de Criterio de Confiabilidad .....	37
<b>Tabla 9.</b> Importancia del impacto .....	39
<b>Tabla 10.</b> Impacto ambiental generado en el punto de muestreo No.....	39
<b>Tabla 11.</b> Resultados de campo Diurno .....	44
<b>Tabla 12.</b> Resultados de campo Nocturno .....	45
<b>Tabla 13.</b> Descripción física de los puntos de muestreo .....	46
<b>Tabla 14.</b> Datos General del Uso del Suelo Comuna 4.....	51
<b>Tabla 15.</b> Datos de área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido diurno .....	53
<b>Tabla 16.</b> Datos de área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido nocturno .....	55
<b>Tabla 17.</b> Datos de los niveles de presión sonora ambiental diurna para la comuna 4 y determinación de conflictos de ruido.....	58
<b>Tabla 18.</b> Porcentaje de cumplimiento de niveles de ruido ambiental diurno por tipo de uso de suelo establecido en la Comuna 4.....	58
<b>Tabla 19.</b> Datos de los niveles de presión sonora ambiental nocturno para la comuna 4 y determinación de conflictos de ruido.....	61
<b>Tabla 20.</b> Cumplimiento normativo de ruido nocturno frente a los usos definidos en la Comuna 4 .....	61
<b>Tabla 21.</b> Datos de campo ruido diurno del estudio CAM- Universidad Nacional 2011 .....	63
<b>Tabla 22.</b> Datos de campo ruido nocturno del estudio CAM -Universidad Nacional 2011 .....	64
<b>Tabla 23.</b> Datos de campo ruido diurno del estudio CAM -Conintegral 2016.....	65
<b>Tabla 24.</b> Datos de campo ruido nocturno del estudio CAM - Conintegral 2016 .....	66
<b>Tabla 25.</b> Comparación de rangos de ruido diurno en la Comuna 4 de Neiva .....	67
<b>Tabla 26.</b> Comparación de rangos de ruido nocturno en la Comuna 4 de Neiva.....	71
<b>Tabla 27.</b> Datos de frecuencia características del ruido percibido.....	75
<b>Tabla 28.</b> Molestia por contacto con fuentes emisoras .....	76
<b>Tabla 29.</b> Disminución de concentración mental.....	77
<b>Tabla 30.</b> Interferencia en la comunicación verbal .....	78
<b>Tabla 31.</b> Molestia del ruido en el interior de su locación.....	79
<b>Tabla 32.</b> Molestia del ruido en el exterior de su locación .....	80
<b>Tabla 33.</b> Molestia del ruido jornada diaria entre semana. ....	81
<b>Tabla 34.</b> Molestia del ruido jornada diaria fin de semana.....	82
<b>Tabla 35.</b> Interferencia del ruido en la realización de actividades.....	83

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Esquema metodológico a seguir en el proyecto de investigación .....	29
<b>Figura 2.</b> Grilla de puntos de monitoreo de ruido de la Comuna 4 de Neiva .....	34
<b>Figura 3.</b> Mapa de ruido ambiental diurno de la Comuna 4 de Neiva.....	49
<b>Figura 4.</b> Mapa de ruido ambiental nocturno de la Comuna 4 de Neiva .....	50
<b>Figura 5.</b> Modelo conceptual cartográfico para determinar conflicto del ruido ambiental .....	51
<b>Figura 6.</b> Mapa de Ubicación y Clasificación de Uso del Suelo .....	52
<b>Figura 7.</b> Uso del Suelo Comuna 4.....	52
<b>Figura 8.</b> Mapa de rangos permisibles de ruido ambiental diurno.....	54
<b>Figura 9.</b> Clasificación rangos de área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido diurno	54
<b>Figura 10.</b> Mapa de Rango Permisibles Ruido Ambiental Nocturno .....	55
<b>Figura 11.</b> Área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido nocturno.....	56
<b>Figura 12.</b> Mapa de conflicto de los niveles de presión sonora ambiental diurna para la Comuna 4.....	57
<b>Figura 13.</b> Niveles de presión sonora ambiental diurna para la Comuna 4 y determinación de conflictos de ruido.....	59
<b>Figura 14.</b> Mapa de conflicto de ruido ambiental nocturno para la Comuna 4 .....	60
<b>Figura 15.</b> Niveles de Presión Sonora Ambiental Nocturna para la Comuna 4 y Determinar Conflictos de Ruido Establecido en la Normatividad.....	62
<b>Figura 16.</b> Análisis multitemporal de los niveles de ruido diurno en un periodo no continuo (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva .....	68
<b>Figura 17.</b> Curva tendencial de los niveles de ruido diurno en la Comuna 4 de Neiva.....	69
<b>Figura 18.</b> Análisis multitemporal del conflicto de ruido diurno en un periodo no continuo (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva .....	70
<b>Figura 19.</b> Análisis multitemporal de ruido nocturno en un periodo no continuo (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva .....	72
<b>Figura 20.</b> Curva tendencial de los niveles de ruido nocturno en la Comuna 4 de Neiva .....	73
<b>Figura 21.</b> Análisis multitemporal del conflicto de ruido nocturno en un periodo no continuo de ocho años (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva .....	74
<b>Figura 22.</b> Porcentaje de frecuencias de las características del ruido percibido.....	75
<b>Figura 23.</b> Molestia por contacto con fuentes emisoras.....	76
<b>Figura 24.</b> Disminución de concentración mental .....	77
<b>Figura 25.</b> Interferencia en la comunicación verbal .....	78
<b>Figura 26.</b> Molestia del ruido en el interior de su locación .....	79
<b>Figura 27.</b> Molestia del ruido en el exterior de su locación.....	80
<b>Figura 28.</b> Molestia del ruido jornada diaria entre semana.....	81
<b>Figura 29.</b> Molestia del ruido jornada diaria fin de semana. ....	82
<b>Figura 30.</b> Interferencia del ruido en la realización de actividades. ....	83

**Monitoreo de los niveles de presión sonora en la comuna cuatro de la ciudad de Neiva,  
departamento del Huila**

Carlos Alberto Cuéllar Medina<sup>1</sup> William Enrique Pinto Galeano<sup>2</sup>

1. Ingeniero Agrónomo, Especialista en Ingeniería Ambiental, Magister en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos E-mail: [carloscuellar123@gmail.com](mailto:carloscuellar123@gmail.com)
2. Ingeniero Catastral y Geodesta, Especialista en Gerencia de Recursos Naturales E-mail: [wepintog@gmail.com](mailto:wepintog@gmail.com)

**Resumen**

El ruido es considerado actualmente como uno de los impactos ambientales que más afectan en forma directa a la población en las grandes ciudades del mundo, pues puede llegar a causar molestias a la población que lo percibe ocasionando problemas auditivos y extra auditivos como estrés, insomnio, depresión, baja productividad, entre otros (Sánchez, 2007).

En este documento, se ha realizado un monitoreo a los niveles de presión sonora que se generan en la Comuna cuatro del casco urbano de la ciudad de Neiva, departamento del Huila, pues pese a que existen estudios al respecto para este sector de la ciudad, no se contaba con un monitoreo reciente que permitiera determinar los niveles de ruido ambiental actual y cómo ha variado esta problemática en el microcentro de la ciudad (Comuna 4). Para ello, se llevó a cabo la recolección de información mediante sonómetro tipo 1 en los 40 puntos de monitoreo identificados en los últimos estudios realizados en los años 2011 y 2016 por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM, 2011, 2016), y se realizaron 80 encuestas de percepción para obtener el grado de molestia del ruido de los habitantes del sector. Con la información obtenida se realizó la cuantificación de los niveles de presión sonora, para ser plasmados a través de análisis geoestadístico en un mapa ruido. Se espera que los resultados obtenidos sirvan como insumo para la construcción de planes, programas o proyectos preventivos, correctivos o de seguimiento al

ruido ambiental por parte de las autoridades respectivas, los cuales incluyen escenarios de ajuste al ordenamiento territorial, restricción de horarios, mejoras en movilidad, fortalecimiento de la cultura ciudadana en Neiva, entre otros.

**Palabras clave:** Presión sonora, niveles de ruido, mapa de ruido.

## 1. Introducción

En la actualidad, uno de los impactos ambientales que más afectan en forma directa a la población en las grandes ciudades del mundo es el ruido, emitido por diferentes actividades humanas que, en función del tipo, lugar, duración y el momento del día en que se producen pueden llegar a causar molestias a la población que lo percibe, ocasionando problemas auditivos y extra auditivos como estrés, insomnio, depresión, baja productividad, entre otros (Sánchez, 2007).

En el presente estudio, se propone monitorear los niveles de presión sonora para la proyección de obtención de un mapa actual del ruido ambiental del microcentro (comuna 4) de la ciudad de Neiva, realizando una verificación de los niveles de cumplimiento de la norma ambiental Colombiana, así como el análisis multitemporal del ruido en un periodo no continuo (2011-2016-2019) con fundamento en estudios preexistentes, y el análisis de la percepción del ruido por parte de la población a partir de la aplicación de encuestas. Con los resultados y análisis realizados se generan importantes insumos para resolver preguntas como: ¿Cuál es el nivel de cumplimiento de la normatividad ambiental de ruido en el microcentro de la ciudad de Neiva? ¿Cuál ha sido la variación del comportamiento del ruido durante el periodo 2011 – 2019 en el microcentro de Neiva? ¿Cuál es la percepción de la población frente al ruido ambiental en el microcentro de Neiva?

## 2. Descripción del problema

El ruido es entendido como la emisión sonora que se genera por acciones que realiza el ser humano, los parámetros físicos del sonido: amplitud, frecuencia y fase, se reciben en el ser humano como variables sensoriales de sonoridad, altura, timbre y duración subjetiva. El interés se centra en determinar el umbral entre la utilización de los sonidos como herramienta de comunicación y disfrute y su conversión en elemento de agresión. Las ondas de presión sonora del contaminante acústico impactan en el oído cuando su intensidad supera sus mecanismos defensivos y causa hipoacusia (típicamente afectando los 4.000 Hz). Pero también siguen unas vías extra auditivas dirigidas al hipocampo y sistema retículo endotelial (Martínez, 2005); y determinadas actividades industriales o comerciales, el tránsito de vehículos, entre otras, que en función del tipo, lugar, duración y el momento del día en que se producen pueden llegar a causar molestias a la población que lo percibe, ocasionando problemas auditivos y extra auditivos como enfermedades (cardiovasculares, hormonales, respiratorios, sobre el sueño, gastrointestinales), emocionales, psicológicos (malestar, alteraciones en el aprendizaje y el rendimiento) y psiquiátricos. El componente vibratorio de las bajas frecuencias sonoras también es causa de malestares como estrés, insomnio, depresión, baja productividad, entre otros (DAMA, s.f.).

La Organización Mundial de la Salud -OMS- ha venido estudiando los efectos que provoca el ruido en la salud de las personas. A un nivel de 30 dB no se puede conciliar el sueño; este hecho disminuye la calidad del sueño. En 40 dB se dificulta la comunicación verbal, para 75 dB se observa pérdida del oído a largo plazo y entre 110-140 dB hay pérdida del oído a corto plazo, y por encima de los 140 dB se presenta el conocido umbral de dolor (Martinez, 2005).

Neiva, capital del departamento del Huila, cuenta con una población superior a los 347.501 habitantes en su casco urbano según Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE, 2005), distribuidos en diez comunas y conforme a los requisitos normativos contenidos en la Resolución 627 de 2006, debe realizar evaluación del ruido ambiental y determinar las medidas de manejo y/o mitigación al menos cada cuatro años.

Socioeconómicamente la Comuna cuatro de la ciudad de Neiva se encuentra distribuida en diez sectores que albergan estratos socioeconómicos del 2 al 5; se estima además que en este sector existe la mayor concentración de la población presencial, flotante y de afluencia vehicular, lo cual asociado a la actividad comercial que ahí se desarrolla, implica que se ejerza en este sector una mayor presión sonora ambiental y por consiguiente una mayor susceptibilidad de la población al impacto ambiental ocasionado por ruido.

De acuerdo con el instrumento de planificación de la ciudad de Neiva adoptado mediante Acuerdo 026 del 2009 (Alcaldía de Neiva, 2009), los usos del suelo de la comuna cuatro están enmarcados así:

- Comercial con un área de 136,98 hectáreas que representan el 58.5%.
- Dotacional con un área de 17.73 hectáreas que representan el 7.6%.
- Recreacional con un área de 6.76 hectáreas que representan el 2.9%.
- Residencial con un área de 72.67 hectáreas que representan el 31.0%.

Conforme a lo anterior, en esta zona prevalece el uso comercial y dotacional que representan el 65.11% del total de la comuna, convirtiendo el área en un espacio estratégico con gran afluencia de población flotante, contando además con una malla vial que confluye al sector por buena parte

del transporte público y privado de la ciudad, generando una problemática de congestión e incrementando los niveles de ruido. Esta malla vial está consolidada y jerarquizada así:

- Vías Principales: Avenida Circunvalar, Avenida La Toma Carrera 2, Carrera 7, Calle 10, Calle 4, Carrera 16, Carrera 15.
- Vías Secundarias: Carreras 6, 5, 4 y 3: y por las Calles 9, 6 y 5.
- Vías locales conformadas por las demás carreras y calles de la comuna 4

Asociado al caos vehicular tanto público como privado y los establecimientos comerciales, bares, discotecas, entre otras, se establece la necesidad de que se esté cumpliendo con la misión del ordenamiento territorial, que no se alteren los usos del suelo establecidos y a su vez se respeten los parámetros y estándares permisibles del ruido establecidos en la normatividad vigente.

Con la presente investigación se desea determinar si los niveles de presión sonora y ruido ambiental en la comuna 4 de la ciudad de Neiva, se encuentran dentro de los rangos permisibles según normatividad vigente, o si por el contrario se encuentran ocasionando problemática a la población del microcentro de Neiva y cuáles son los factores que mayor molestia le ocasionan a las personas en la zona.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Monitorear los niveles de presión sonora en la Comuna cuatro (4) de la ciudad de Neiva, departamento del Huila.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Analizar el cumplimiento normativo del ruido ambiental de la Comuna cuatro (4) de la ciudad de Neiva.

Realizar un análisis multitemporal del ruido en un periodo no continuo (2011-2016-2019) para la Comuna cuatro de la ciudad de Neiva.

Analizar la percepción de la población frente impacto del ruido ambiental de la Comuna cuatro (4) de la ciudad Neiva.

## 4. Marco teórico

### 4.1. El problema del ruido en el ámbito internacional

En la actualidad, en diferentes países han implementado diversas políticas y normativas para medir, evaluar y de otra forma prevenir las emisiones sonoras producidas en las grandes ciudades que por la distinta ocupación de su espacio generan importantes emisiones sonoras al ambiente, estas normativas permiten determinar gestiones que garanticen a las poblaciones un ambiente más “sano” a nivel de contaminación auditiva.

Como afirma (Rodríguez, 2015), dentro del ambiente sonoro de las ciudades encontramos “el fenómeno del ruido ambiental, es un fenómeno propio de las ciudades contemporáneas, las cuales por efecto de su desarrollo generan sonidos totalmente diferentes en intensidad y calidad que los que la naturaleza brinda”.

(Berglund *et. al*, 1999) Establece que desde 1995 la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que el problema del ruido es grande en las grandes ciudades, y además de ello que la población se encuentra expuesta a niveles sonoros que afectan su salud, expresando que estos pueden ser inmediatos y/o acumulativos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha considerado 50dB como un límite moderado del sonido. Los principales causantes del ruido son los seres humanos, con ellos, las industrias y construcciones de Edificios (Gómez, 2008 citado por Perea & Marín, 2014).

(Rodríguez, 2015) afirma que actualmente en México se pueden relacionar normatividades y legislaciones con respecto al ruido tales como: La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, estableciendo en su artículo cuarto, que “Toda persona tiene derecho a un medio

ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto en la ley.” así mismo, establece que la Ley general de Equilibrio ecológico y Protección del Ambiente prevé aspectos relacionados con el ruido en el artículo 5 fracción XV “La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente”. Además de estas, Ibid, (2015) menciona otras normativas que aluden al ruido ambiental tales como las normatividades oficiales mexicanas (NOM) NOM-081-ECOL-1994, de validez nacional, aplica a la industria, establecimientos comerciales y servicios públicos o privados, e inclusive la vía pública, pero solo a nivel de fuentes fijas.

En cuanto al marco legal que regula actualmente en España, se pueden encontrar también normativas asociadas al ruido, López (2006) afirma que en el marco constitucional español se encuentran referencias directas relacionadas con la protección frente al ruido, especialmente en los artículos 45 (derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado) y 43 (derecho a la protección de la salud). Así mismo, en este país existe la Ley 37 de 2003 que tiene por objeto prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar y reducir los daños que de este pueden derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente.

Con respecto al marco legal que regula actualmente en Colombia, CORPOCALDAS (2015) recalca que los procedimientos de medida y evaluación de la contaminación acústica ambiental, se enmarcan en la Resolución 627 del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Esta normativa establece los lineamientos conducentes a la determinación y análisis de ruido ambiental, así como los procedimientos mínimos de medición, metodología, definición de puntos, tiempo de

medición y equipos a utilizar. Adicional a esto presenta los límites permisibles de acuerdo con los sectores y subsectores de uso de suelo y ocupación.

#### **4.2 Dinámica en la legislación Colombiana del ruido**

Por varias décadas las instituciones Colombianas de salud, entes territoriales y ambientales comprobaron que la presión sonora ambiental es un conflicto social que afecta al ser humano en su calidad de vida, por lo cual se han desarrollado varias normas que buscan realizar seguimiento, control y mitigación de esta variable. Al respecto el DAGMA (2014) detalla la siguiente normatividad así:

*Constitución política de 1991: Rescata temas relacionados con la protección del medio ambiente y el derecho de la comunidad de gozar de un ambiente sano. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.*

*Decreto-Ley 2811 de 1974: Según el artículo 9, los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad y de acuerdo con los principios y objetos que orientan este código. Además, en sus artículos 3, 8, 33 y 75 establece al ruido como un aspecto a reglamentar, así como se plantean las condiciones y requisitos necesarios para preservar y*

*mantener la salud y tranquilidad de las personas, mediante el control de ruido, originado en actividades industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento, de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas.*

*Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones en materia ambiental.*

*Decreto 948 de 1995: Se tienen en cuenta los Capítulos I “Contenido, objeto y definiciones”, II “Disposiciones generales sobre normas de calidad del aire, niveles de contaminación, emisiones contaminantes y de ruido” y V “De la generación y emisión de ruido”.*

*Decreto Municipal 0697 de 2017: Se tienen en cuenta el artículo 2 en su Parágrafo 1: Los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles serán de 60 DB(A) los cuales están determinados en la Resolución 0627 de 2006 y demás normas concordantes, y será verificada por la secretaria de ambiente desarrollo rural y sostenible o quien haga sus veces, al igual que la insonorización de que trata este artículo*

Actualmente, en Colombia la Resolución 0627 del 7 de abril del 2006 establece así los lineamientos para la emisión de ruido y ruido ambiental: corresponde al Ministerio de Ambiente,

Vivienda y Desarrollo Territorial, de acuerdo con los numerales 10, 11 y 14 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, determinar 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; que de conformidad con el artículo 14 del Decreto 948 de 1995, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, fijará mediante resolución la norma nacional de emisión de ruido y norma de ruido ambiental para todo el territorio Nacional (MAVDT, 2006). En esta resolución de orden nacional se establecen cierto tipo de pautas por las cuales reconocen los niveles máximos de ruido permisibles tanto en el día como en la noche, señalados en una unidad de medida denominada decibeles dB para cada uso del suelo tal como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Estándares Máximos Permisibles de Niveles de ruido ambiental expresados en decibeles (dB). (MAVDT, 2006)

Sector	Subsector	Máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB	
		Día	Noche
<b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
<b>Sector B. Tranquilidad y Ruido  Moderado</b>	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes  Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio investigación.	65	50
<b>Sector C. Ruido Intermedio  restringido</b>	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.  Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios,	75  70	70  55

Sector	Subsector	Máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB	
		Día	Noche
	restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.		
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	70
<b>Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en la tabla 1 se tendrán como referencia para el desarrollo del presente estudio.

Otra normativa que existe es la Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983 del Ministerio de Salud, la cual establece las normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por cauda de la producción y emisión de ruidos (MINSALUD, 1983), esta norma surgió en su momento con la necesidad de conservar la salud de los trabajadores expuestos al ruido y a la población en general. Casas, *et. al.* (2015) ratifican que a partir de esta resolución en Colombia se empezó a percibir la problemática del ruido desde el componente normativo.

Además de estas normativas, en Colombia rigen Normas Técnicas Colombianas (NTC) que son certificadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Como afirman Casas, *et. al.* (2015) existen NTC que determinan los procesos viables para mediciones y obtención de datos de niveles de presión sonora, Algunas NTC como la 3437 (ICONTEC, 1992), 2272

(ICONTEC, 1998), 4945 (ICONTEC, 2001) y 5040 (ICONTEC, 2002), son instructivos para ciertos procesos específicos: la 3437 indica las pautas para la preparación de códigos de ensayo de ingeniería que requieren mediciones de ruido emitido por maquinaria y equipo, la 2272 en este caso presenta los métodos de medición de la protección real que efectúan los protectores auditivos en el oído; la 4945 habla sobre la forma de medición del aislamiento acústico en los edificios y diversos elementos de construcción, y la 5040 son directrices para controlar el ruido con silenciadores. Otras normativas como la 3321 (ICONTEC, 2003) determinan y/o estiman comportamientos de procesos acústicos y estima el deterioro de la audición por el ruido y determina cómo es la exposición al ruido.

#### **4.3 Conceptos fundamentales sobre el ruido según la Resolución 627 de 2006**

Álvarez, *et. Al.* (2017), definen el ruido como un sonido indeseable, el cual viaja en forma de ondas en el medio aéreo (o los cambios de presión) lo que produce 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. Es decir, es una alteración producida por unas ondas sonoras que viajan por diversos medios detectado por el oído del ser humano.

Desde el punto de vista de Rodríguez (2015), en las ciudades encontramos el fenómeno del ruido ambiental, las cuales por efecto de su desarrollo y “progreso” generan sonidos totalmente diferentes en intensidad y calidad que los que la naturaleza brinda. Afirma que el ruido ambiental es solo viable donde la acción antrópica interfiere con el carácter de la naturaleza. Además de ello,

destaca que existe una diversidad de definiciones y todas de una u otra manera desembocan en que se trata de cualquier sonido, incluida la música, que perturba al ser humano y sus actividades. Se considera que el ruido ambiental se compone por el sonido molesto que emiten fuentes sonoras como el tráfico vehicular, la aviación, los ferrocarriles, la industria, la construcción, el comercio y el vecindario.

Como señala Parraga *et. al.* (2005), el ruido es el sonido o grupo de sonidos de tal amplitud que produce molestia o interferencia en la comunicación. La diferencia entre sonido y ruido radica en que el primero puede ser cuantificado, mientras que el segundo es un fenómeno subjetivo. Es evaluado a partir de la presión sonora esta se realiza a través de sonómetros y de dosímetros. Para que los resultados de la medida del sonido se parezcan lo más que se pueda a la percepción del oído humano, los instrumentos de medida llevan incorporados filtros o redes de compensación que determinan las escalas A, B, C o D.

Quintero (2012) manifiesta que el instrumento más común utilizado en la medición de los niveles de presión sonora es el sonómetro, el cual permite hacer una lectura directa del nivel de presión sonora (en decibelios (dB)), producido por una fuente generadora de ruido fija o móvil.

La CAR (2007) argumenta que existen varios tipos de ruido (continuo, impulsivo, aleatorio, eventual), y a su vez diferentes tipos de sonómetros para la cuantificación de los mismos: Los sonómetros generales y los integradores promediadores. Los primeros, muestran el nivel de presión sonora instantáneo en decibelios (dB), son útiles para comprobar el ambiente sonoro; mientras que los segundos, sonómetros Integradores-Promediadores calculan el nivel continuo equivalente  $Leq$ . e incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia. A su vez estos sonómetros pueden dividirse en tres

tipos o clases según su precisión: tipo 0, tipo 1 y tipo 2. El tipo 0 es el más preciso. En el presente estudio se utilizó el tipo 1.

El mapa de ruido es una herramienta de medida, evaluación y definición de las acciones para realizar un análisis del nivel del ruido en un determinado sector. La CAR (2007) afirma que se constituyen en una representación gráfica de los niveles de exposición de las fuentes de ruido como el tráfico, las industrias, la construcción, las fiestas y las actividades humanas en general. Deduce que constituyen una herramienta fundamental de gestión, planificación y control de ruido. Los mapas de ruido representan los niveles de ruido a 4 metros sobre el terreno que cada foco de ruido ambiental genera en las distintas zonas del municipio. No obstante, se puede obtener un Mapa de Ruido Total a través de la suma de los mapas parciales con una ponderación de la molestia asociada a cada fuente sonora.

Además de los conceptos citados anteriormente, se contemplan las definiciones que están asociadas al ruido ambiental presentadas en el anexo 1 de la Resolución 627 de 2006 así:

**Decibel A, dB(A):** Unidad de medida del nivel sonoro y con Ponderación frecuencial A.

**Decibel (dB):** Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión:  $\text{Log } R = 1\text{dB}/10$ . Donde R= razón de energía, potencia o intensidad

**Emisión de Ruido:** Es la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.

**Sonido:** Sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de compresión (longitudinales) propagadas en el aire. Por

extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no.

**Sonómetro:** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.

**Mapas de ruido:** Se entiende por mapa de ruido, la representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indica la superación de un valor límite, el número de personas afectadas en una zona dada y el número de viviendas, centros educativos y hospitales expuestos a determinados valores de ese indicador en dicha zona.

#### 4.4 Estudios del ruido en las principales ciudades de Colombia

En relación con las diferentes experiencias de los estudios de ruido desarrollados en las principales ciudades de Colombia, la CAR (2007) presenta las siguientes actividades realizadas a nivel nacional en el tema de ruido tal como se registra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Actividades realizadas a nivel nacional sobre ruido

Ciudad	Año	Actividades realizadas acorde a la presión sonora
Pasto	2003	Evaluación de los niveles de presión sonora en sectores comerciales obteniendo valores que oscilan entre 69 y 85 dB
Pereira	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.
Popayán	2005	campana 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
Valledupar	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

Ciudad	Año	Actividades realizadas acorde a la presión sonora
Tuluá	s.f	CVC realizo el 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.
Riohacha	2003	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 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 a la Resolución 8321/83, 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.

Fuente: Adaptado CAR (2007).

#### 4.5 Estudios del ruido en la ciudad de Neiva – Huila

En la ciudad de Neiva se han realizado diferentes estudios para determinar el ruido ambiental con anterioridad, en los cuales se han priorizado algunos sectores más críticos asociados a la movilidad y a la alta actividad comercial e industrial. La Universidad Corhuila ha llevado a cabo estudios en diferentes sectores de la ciudad de Neiva, a saber: en la estación central de policía y zona periférica (Polanco, 2013), en la Comuna tres (Tapur y Salinas & Olaya, González y Flórez, 2016), en ocho barrios de la Comuna uno (Guerrero, Osorio y Polonia, 2016), en la Comuna siete (Ramírez, García y Mosquera, 2016). Adicionalmente, la USCO realizó un estudio en su campus ubicado en la ciudad de Neiva (Cuellar, Díaz y Taborda, 2014). Por su parte la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena ha realizado dos estudios en los cuales se incluye el microcentro de la ciudad (Comuna cuatro), el primero en el año 2011 (CAM, 2011) que se realizó conforme a la normatividad vigente y el segundo de actualización al preexistente en el año 2016 (CAM, 2016).

De todos los estudios de ruido ambiental realizados en la ciudad de Neiva, tan solo los adelantados por la CAM corresponden al área objeto del presente estudio, razón por la cual servirán como base para retomar los puntos de monitoreo preexistentes y para la realización del análisis multitemporal para el periodo no continuo 2011-2019 propuesto en el presente estudio.

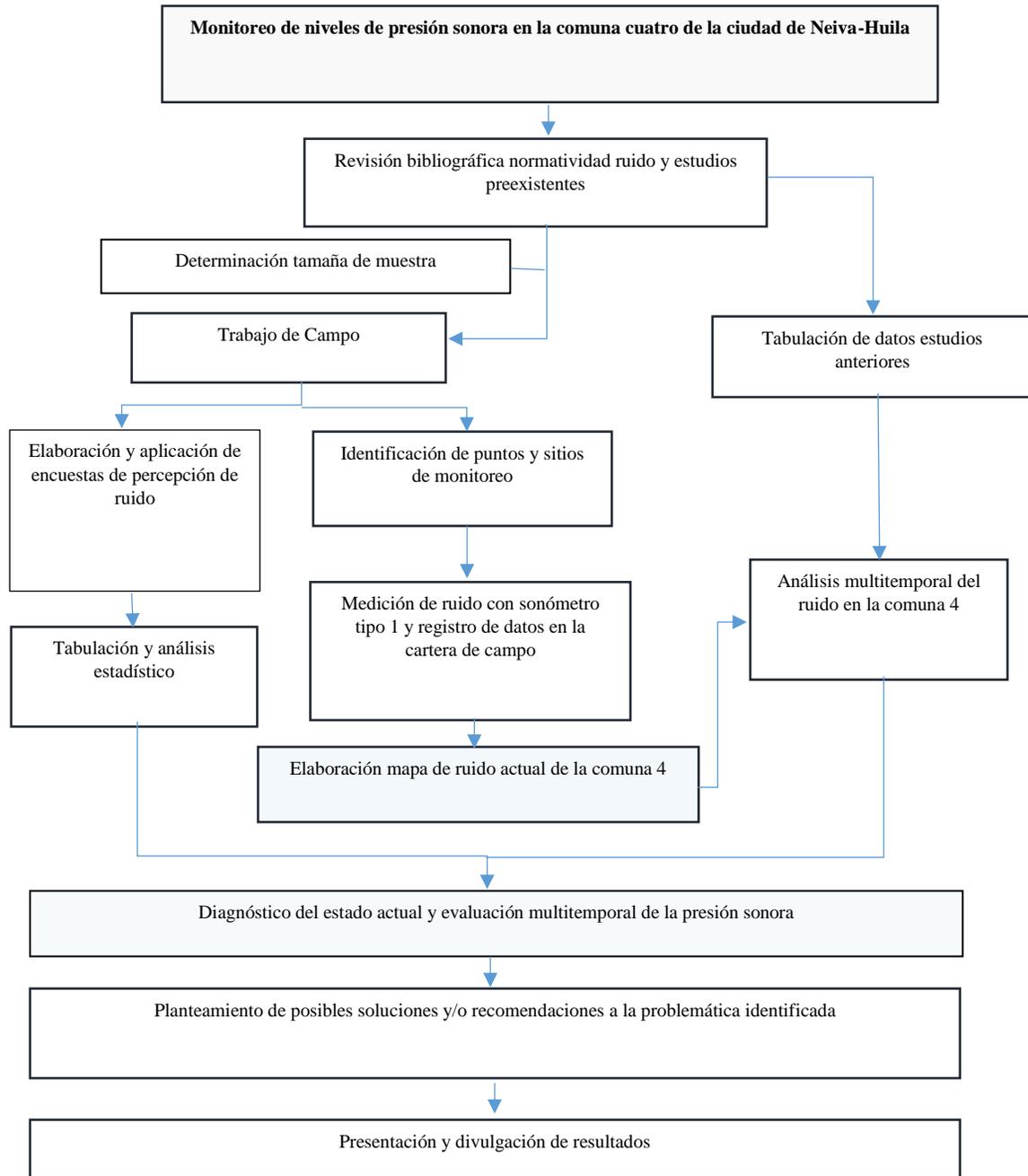
## 5. Metodología

Para el desarrollo del proceso metodológico se partió de información primaria y secundaria. Para la obtención de la información primaria se realizaron 4 salidas de campo y se determinaron 40 puntos de muestreo siguiendo los lineamientos establecidos en la Resolución 627 de 2006 en donde se levantó información correspondiente a intensidad de ruido, esto acompañado de 80 instrumentos de medición (encuestas) de índole de percepción donde se hace referencia a la elaboración e interpretación de los estímulos captados por los transeúntes y/o habitantes del sector y a través de análisis geoestadísticos se llevó a cabo la espacialización de la información para determinar los sitios de conflicto y niveles de cumplimiento de la normativa nacional de ruido.

La información secundaria concierne a una identificación de leyes y/o normativas asociadas a los elementos del ruido establecidas al nivel nacional y regional. Con estos dos productos se llegó al diagnóstico del estado actual de esta problemática en el área de estudio identificando los conflictos y problemáticas asociadas y los posibles actores involucrados.

En la Figura 1 se sintetizan los procesos metodológicos seguidos en el presente estudio para la elaboración del mapa de la presión sonora, diagnóstico del ruido y determinación del escenario actual de ruido para finalmente proponer posibles soluciones o recomendaciones a la problemática de ruido encontrada en la comuna cuatro.

**Figura 1.** Esquema metodológico a seguir en el proyecto de investigación



A continuación, se describen cada una de las fases metodológicas en concordancia con el flujograma de la figura 1, cuyos nombres son los siguientes: FASE 1 Revisión Bibliográfica, FASE 2 Aprestamiento, FASE 3 Trabajo de campo, FASE 4 Análisis de información y FASE 5 Divulgación de resultados.

## **5.1 Fases metodológicas desarrolladas en el proyecto de investigación**

### **5.1.1 FASE 1. Revisión bibliográfica**

Comprendió la identificación, selección y análisis crítico de la información existente sobre el tema de interés y recopilación documental sobre normatividad, protocolos y estudios existentes de medición del ruido y donde se establece una relación de clasificación según relevancia y calidad científica.

### **5.1.2 FASE 2. Aprestamiento**

La ubicación de la zona de estudio está conformada por un polígono con un área de 234,14 hectáreas alinderada así: Por el norte partiendo desde la intersección o desembocadura de la quebrada La Toma con la avenida circunvalar desplazándose hacia el oriente por el eje de la avenida La Toma hasta encontrar la intersección con la carrera 16; por el oriente se parte del punto anterior hacia el sur tomando el eje de la carrera 16 hasta la intersección con la calle 3, se continúa por el eje de la 3 hacia el occidente hasta el cruce con la carrera 15, siguiendo por el eje al sur hasta la intersección con la calle 1; por el sur se toma el eje de la calle 1 al occidente hasta la intersección con la avenida circunvalar o carrera 1; por el occidente se toma el eje de la avenida circunvalar de sur a norte hasta la intersección con la avenida la toma.

A través del reconocimiento de campo se realizó un inventario del número de manzanas (bloques) que conforman la zona objeto de estudio. Este dato se considera como el tamaño de la población (N). Para establecer el tamaño de la muestra y 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 permite determinar 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

En el área de objeto de estudio se definieron las condiciones necesarias para el desarrollo proyecto, se generaron las condiciones óptimas de planificación en oficina y valoración preliminar del área de trabajo y puntos de monitoreo conforme a tabla 1. En esta fase se determinó el tamaño de la población a través de procesos geoestadísticos; se elaboró la cuadrícula (grilla) e identificación de los puntos de muestreo en campo determinando los sitios para la ubicación del Sonómetro tipo 1 (Figura 2); se realizó paralelamente el diseño del instrumento para cuantificar el grado de percepción de la contaminación auditiva y su plan de análisis estadístico; introducción al manejo y calibración preliminar del equipo.

**Tabla 3.** Ubicación de los puntos para muestreo

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	UBICACIÓN
1	864734.96	864734.96	CR 1 (AV Circunvalación) N° 9-48
2	864568.49	864568.49	CL 12 N° 1D-03
3	864493.77	864493.77	CR 1F N° 14-37
4	865112.19	865112.19	CR 1H N° 2-05

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	UBICACIÓN
5	865030.62	865030.62	CR 1H N° 4-29
6	864931.69	864931.69	CR 1H N° 7-73
7	864874.86	864874.86	CR 1H N° 9-54
8	864809.51	864809.51	CL12 N° 1H-04
9	864760.49	864760.49	CR 2a N° 14-71
10	864738.22	864738.22	AV La Toma - CR 2
11	865394.78	865394.78	CL 1G N° 3-61
12	865335.77	865335.77	CR 4a N° 4-36
13	865249.29	865249.29	CR 4a CL 7
14	865151.02	865151.02	CR 4a N° 9-25
15	865059.40	865059.40	CL 12-CR 4
16	864969.67	864969.67	CR 4a N° 14-45
17	864908.25	864908.25	AV La Toma con CR 4ª
18	865598.78	865598.78	CL 2 N° 5A-00
19	865571.77	865571.77	CR 6 N° 4-30
20	865477.77	865477.77	CR 6 CL 7
21	865384.54	865384.54	CR 6 N° 9-62
22	865314.38	865314.38	CR 6 CL12
23	865228.17	865228.17	CL 15 N° 5-138 (AV La Toma)
24	865936.78	865936.78	CL 1 N° 9-41
25	865851.78	865851.78	CL 2 N° 8-38
26	865760.77	865760.77	CR 8 N° 4-28
27	865681.77	865681.77	CL 7 N° 8-15
28	865606.09	865606.09	CR 8 N° 9-49
29	866148.78	866148.78	CL 1D N° 11-26
30	866087.78	866087.78	CR 11-CL 2E
31	866037.77	866037.77	CR 10 N° 4-29
32	865927.77	865927.77	CL 7 N° 10-58
33	865901.52	865901.52	CL 9 N° 11-05
34	866302.78	866302.78	CL 3 N° 14-31
35	866300.77	866300.77	CR 14 N° 4-31
36	866137.77	866137.77	CR 7 N° 13-01
37	866077.65	866077.65	CR 13 N° 9-64
38	865991.45	865991.45	AV La Toma, entre CR 14 y 13
39	866398.77	866398.77	CR 15 entre CL 6C y 7, Parque de Mitos y Leyendas
40	866306.56	866306.56	CR 16-CL 9

### 5.1.3 FASE 3. Trabajo de campo

Se realizó la toma de mediciones en terreno a través del sonómetro tipo 1, y se diligenciaron las respectivas carteras de campo (Tabla 4) de acuerdo con los parámetros establecidos en el protocolo y metodología de Minambiente.

**Tabla 4.** Cartera de campo

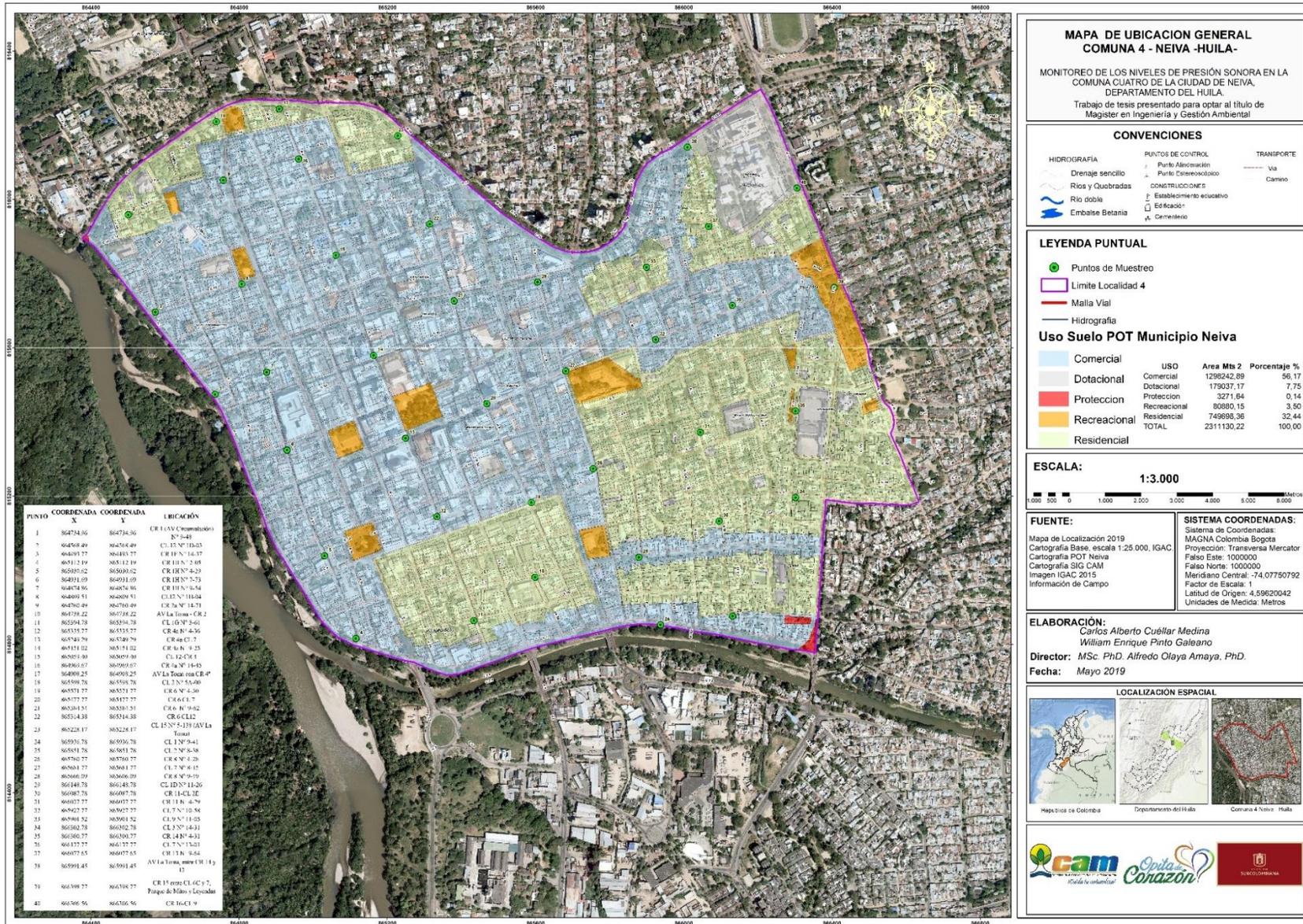
Punto	Nombre Ref del Punto	dBN	dBS	dBe	dBO	dBV	Vel Viento	Coordenada GPS
1								
2								
3								
4								
...								

Además de esto, en la tabla 5 se tabuló la información correspondiente a descripción física de cada punto tomando en cuenta la presencia de zonas o subsectores.

**Tabla 5.** Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física

Punto	Coordenadas GPS	Descripción física
1		
2		
3		
4		
...		

**Figura 2.** Grilla de puntos de monitoreo de ruido de la Comuna 4 de Neiva



Para la determinación de los niveles de presión sonora se utilizó la ecuación 3:

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

Donde:

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

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

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

Los horarios de medición para efectos de que se pueda realizar un análisis comparativo se realizarán mediciones en dos momentos:

- Horario diurno: Está comprendida 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.

En caso de encontrar puntos en situaciones atípicas se categorizan 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 aplica 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 es realizar mediciones reales a diferentes radios de distancia de la fuente emisora: 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 m, que se generan en la tabla 6.

**Tabla 6.** Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo No.

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

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

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

Esta información se consigna en la tabla 7 y permite realizar posteriormente la evaluación de atenuación de los niveles sonoros y su respectiva comparación real vs. ideal, así como la evaluación ambiental exploratoria:

**Tabla 7.** Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo No.

Radio (m)	dB
1	
5	
10	
15	

Radio (m)	dB
20	
25	
30	

#### 5.1.4 FASE 4. Análisis de información

Se realizó la tabulación y cuantificación de los datos obtenidos en las carteras de campo y encuestas por medio de procesos geoestadísticos; realizando un proceso de validez y consistencia del instrumento.

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 Cristopher (2007) citado por Castro, Cerquera y Escobar (2015) y descrito en la tabla 8:

**Tabla 8.** 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)

Se realizaron los análisis estadísticos conforme a la recolección de la información de los instrumentos aplicados y de los puntos en los que se realizó el monitoreo en decibeles,

tabulando 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.

Se efectuaron estos otros cálculos como son el de “Emisión de ruido o aporte de ruido”, que es el valor promedio de los decibeles medidos en periodo “diurno” se consideró como el dato 10LAeq, 1h y el valor promedio de los decibeles medidos en periodo “nocturno” se consideró como el dato 10LAeq, 1h, residual. Estos dos datos permiten calcular la emisión de ruido como se muestra en la ecuación 6:

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

Para el “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 consignadas 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

La “Evaluación del impacto ambiental proveniente de la fuente emisora” se realizó mediante análisis exploratorio que consiste en utilizar una ponderación propuesta por Muriel y Cortés (2008) como se indica en la tabla 9:

**Tabla 9.** 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 10.

**Tabla 10.** Impacto ambiental generado en el punto de muestreo No.

Punto No.: Características del sector que permitan buscar valor en la norma				
Radio (m)	dB real	dB norma	dB real – dB norma	Evaluación impacto
1				
5				
10				
15				
20				
25				
30				

Adaptado de Muriel y Cortés (2008)

Con los datos finales se realizó, a través del software especializado ArcGIS V.10.6, la modelación del mapa de ruido actual de la Comuna 4 conforme a las especificaciones contempladas en la Resolución 627 del 2006. Una vez obtenido este insumo se procedió a

realizar el comparativo utilizando el método de un análisis multitemporal no continuo con los resultados que se han obtenido en los trabajos anteriores (2011 y 2016) por otros autores. El resultado de este análisis arrojó un diagnóstico del comportamiento del estado del ruido en para el periodo no continuo 2011 - 2019.

#### **5.1.5 FASE 5. Divulgación de resultados**

Una vez terminado el producto del diagnóstico del estado del ruido, se procedió a la elaboración del documento final donde se plasma todo el desarrollo del proyecto y se realizan las recomendaciones y planteamiento de posibles soluciones a la problemática identificada en la comuna 4. Paralelamente, se elaboró un video corto donde se compiló la información más relevante obtenida durante el proyecto, e igualmente se preparó un artículo periodístico para ser publicado en un diario de circulación regional para lograr de esta forma socializar los resultados a buena parte de la población de Neiva y el Huila.

## 6. Resultados y discusión

### 6.1 Determinación de ruido ambiental de la comuna 4 de la ciudad de Neiva.

#### 6.1.1 FASE 1 Revisión bibliográfica

Se obtuvieron un importante número de citas bibliográficas referenciadas en el capítulo 10 del presente estudio, con las cuales se logró la construcción de un adecuado marco teórico, desarrollo metodológico, así como la consecución y tabulación de la información más relevante de los estudios adelantados previamente por la CAM en los años 2011 y 2016 en el área de estudio (Comuna 4) para realizar los cruces de información digital y cartográfica que permitieron realizar los análisis comparativos del comportamiento del ruido durante el periodo de evaluación 2011 a 2019.

#### 6.1.2 FASE 2. Aprestamiento

Con las formulas (1 y 2) se estableció el tamaño óptimo de la muestra de investigación

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

$$n_0 = \frac{1.92^2 * 0.5 * 0.5}{0.003^2}$$

$$n_0 = 1067.11$$

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

$$n = \frac{1067.11}{1 + \frac{(1067.11 - 1)}{80}}$$

$$n = 74$$

De acuerdo con el resultado, lo recomendable era aplicar 74 encuestas para el área de la Comuna 4; se realizó un análisis del proceso para determinar los puntos de toma de información y se observó que era factible hacer 2 encuestas por cada punto establecidos en la tabla 3, lo que da un total de 80 instrumentos que supera lo recomendado y así mejoró el grado de confianza.

Se tomó la ubicación de los puntos establecidos en los estudios anteriores que se han desarrollado para la zona de las fechas 2011 y 2016 desarrollados por la CAM, Universidad Nacional y la Empresa COINTEGRAL; y así poder aplicar un análisis multitemporal no continuo (2011-2016-2019) del sector para observar la dinámica que se presenta en la Comuna 4 de los niveles de presión sonora durante este periodo.

### **6.1.3 FASE 3. Trabajo de campo**

Se realizaron mediciones diurnas y nocturnas en un total de 40 puntos, todos localizados en la zona de influencia de la Comuna 4 del municipio de Neiva (ver Figura 2), utilizando para el efecto sonómetro Sound Level meter Type CEL-63X Casella.

Una vez realizadas las mediciones, la información recopilada fue bajada del equipo a un computador, mediante el uso del Software Casella Insight versión 4.0, el cual permitió bajar la información directamente del equipo y posteriormente procesarla para tabular. Se obtuvieron cinco mediciones por punto y a través de la ecuación (7) se obtiene el LAeq Nivel equivalente resultante de la medición

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

Para el ejemplo se utiliza el punto 1

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	LRAeq dB	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV
1	864735,0	815474,2		73,00	72,60	74,10	71,40	72,60

$$LAeq = 10 * \log \left( \left( \frac{1}{5} \right) * \left( 10^{\frac{73}{10}} + 10^{\frac{72.6}{10}} + 10^{\frac{71.4}{10}} + 10^{\frac{74.10}{10}} + 10^{\frac{72.6}{10}} \right) \right)$$

$$LAeq = 72.83 \text{ dB}$$

Se procedió a realizar la misma operación para los demás puntos tanto para la jornada diurna como para la nocturna que se muestran en las tablas 11 y 12.

Se realizó la caracterización y descripción física de cada uno de los puntos de muestreo que se muestran en la tabla 13 de conformidad con la metodología establecida para el presente estudio.

Es importante resaltar, que en la zona de estudio no se encontraron puntos especiales o situaciones atípicas por lo cual no se desarrolla este proceso de seguimiento más detallado para evaluar la atenuación sonora de conformidad con la metodología propuesta.

#### **6.1.4 FASE 4. Análisis de información**

Se realizaron un total de 80 instrumentos de medición (encuestas) en el área de estudio; dos por cada punto de referencia y se procedió a su tabulación respectiva (ver anexos); se calculó el coeficiente de Alfa de Cronbach para la validación del análisis de consistencia interna que está dado por la ecuación (5)

**Tabla 11. Resultados de campo Diurno**

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	LRAeq dB	Dbn	dBS	dBE	dBO	dBV	Carros Día	Motos Día
1	864735,0	815474,2	72,83	73,00	72,60	74,10	71,40	72,60	215	464
2	864573,7	815696,5	70,37	69,00	70,90	70,50	71,60	69,30	250	240
3	864500,4	815958,2	57,91	56,20	55,70	53,40	57,00	62,00	8	10
4	865115,2	814816,3	73,58	71,40	74,80	73,20	73,80	74,00	165	299
5	865030,6	815039,2	64,99	67,40	63,20	65,70	64,70	61,80	16	29
6	864929,1	815324,0	71,53	71,50	70,80	72,10	71,90	71,20	30	39
7	864874,4	815534,2	69,88	70,10	69,60	70,10	70,40	69,10	42	75
8	864807,0	815771,7	65,29	64,60	65,40	65,90	65,70	64,70	19	49
9	864757,3	816051,9	69,31	70,40	69,30	68,90	69,10	68,60	107	130
10	864738,2	816209,4	65,65	65,40	64,80	65,60	65,90	66,40	92	101
11	865433,5	814864,7	70,40	71,90	66,10	72,40	70,20	68,70	92	131
12	865333,6	815144,7	76,05	76,10	75,50	75,40	76,60	76,50	132	177
13	865249,3	815356,2	68,16	68,00	68,30	68,20	68,40	67,90	80	90
14	865163,2	815579,5	74,38	74,50	74,10	73,80	74,90	74,50	122	102
15	865060,9	815849,1	67,94	64,40	70,50	68,40	67,70	66,40	70	95
16	864960,5	816108,9	74,98	75,10	74,90	75,60	74,70	74,50	61	57
17	864908,3	816243,8	66,33	65,60	65,60	65,80	66,70	67,60	152	110
18	865598,8	814981,7	70,50	71,10	70,60	70,10	70,10	70,50	13	30
19	865588,7	815182,6	72,18	75,10	72,00	67,10	72,70	70,30	89	59
20	865468,2	815449,2	74,73	74,30	73,90	75,10	75,40	74,80	191	203
21	865380,0	815726,0	69,23	68,60	68,20	69,50	70,40	69,10	241	160
22	865314,4	815933,4	73,27	72,60	73,40	72,90	73,30	74,00	98	95
23	865228,2	816171,6	68,59	70,10	67,90	67,60	68,40	68,50	113	117
24	865937,0	814852,7	69,15	68,40	70,80	68,90	69,00	68,10	44	98
25	865878,9	815035,1	64,27	60,40	65,20	66,10	64,60	63,00	15	60
26	865755,3	815273,7	73,72	73,60	73,10	74,10	73,40	74,30	94	115
27	865681,6	815537,3	69,33	71,10	70,30	68,20	68,00	68,00	175	170
28	865605,3	815776,9	69,19	68,10	69,30	70,40	68,50	69,30	155	185
29	866131,8	814876,4	64,49	63,80	64,70	64,30	63,60	65,70	15	63
30	866095,3	815132,9	69,75	69,10	70,00	69,50	70,60	69,40	10	20
31	866044,8	815372,2	58,51	61,30	56,80	56,70	58,60	57,20	12	31
32	865924,2	815621,9	74,62	74,50	73,90	74,90	74,60	75,10	150	115
33	865899,6	815817,1	61,78	61,80	63,30	61,70	61,80	59,50	67	50
34	866301,6	815196,3	64,36	64,40	64,20	64,00	65,50	63,40	38	160
35	866301,9	815429,2	65,87	65,90	65,40	66,30	65,70	66,00	29	47
36	866131,1	815714,1	69,63	67,80	68,80	69,90	69,40	71,40	201	321
37	866067,2	815927,4	74,18	73,70	74,10	74,90	73,90	74,20	40	52
38	866009,9	816140,4	66,05	65,60	64,70	65,00	67,00	67,30	121	92
39	866406,2	815762,3	74,12	73,90	74,80	74,10	73,10	74,50	184	194
40	866305,7	816030,4	66,33	66,10	66,40	65,80	66,60	66,70	220	249

**Tabla 12. Resultados de campo Nocturno**

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	LRAeq Db	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	Carros Noche	Motos Noche
1	864735,0	815474,2	71,43	70,60	71,60	71,90	70,90	72,00	103	66
2	864573,7	815696,5	65,93	65,60	66,20	65,90	65,70	66,20	53	24
3	864500,4	815958,2	56,14	56,40	55,90	56,70	55,50	56,10	4	6
4	865115,2	814816,3	66,99	67,50	66,80	66,50	67,20	66,90	35	92
5	865030,6	815039,2	61,89	62,10	61,40	61,80	61,90	62,20	5	7
6	864929,1	815324,0	61,51	61,40	62,00	61,80	61,90	60,20	10	6
7	864874,4	815534,2	61,19	60,90	61,10	61,90	60,50	61,40	5	7
8	864807,0	815771,7	63,38	64,10	63,10	63,40	63,40	62,80	57	30
9	864757,3	816051,9	64,32	64,50	63,90	63,80	64,70	64,60	22	9
10	864738,2	816209,4	56,13	55,40	56,80	56,10	55,80	56,40	11	6
11	865433,5	814864,7	56,62	56,70	55,90	56,40	56,90	57,10	5	6
12	865333,6	815144,7	59,73	58,40	59,80	60,40	60,10	59,70	13	4
13	865249,3	815356,2	60,50	61,10	60,70	60,10	60,40	60,10	33	16
14	865163,2	815579,5	50,67	49,80	50,40	50,90	50,70	51,40	6	10
15	865060,9	815849,1	60,55	59,80	61,20	60,90	60,40	60,30	12	7
16	864960,5	816108,9	56,95	56,90	57,20	56,40	56,80	57,40	25	13
17	864908,3	816243,8	55,55	54,90	55,80	55,40	55,90	55,70	9	6
18	865598,8	814981,7	59,03	58,70	59,10	58,90	59,90	58,40	2	5
19	865588,7	815182,6	61,75	61,90	62,10	61,40	61,50	61,80	12	10
20	865468,2	815449,2	62,51	62,90	61,90	62,40	62,80	62,50	43	35
21	865380,0	815726,0	63,83	64,10	63,40	63,50	63,90	64,20	30	23
22	865314,4	815933,4	59,88	59,50	60,40	59,30	59,70	60,40	14	16
23	865228,2	816171,6	57,26	56,70	57,80	57,40	56,90	57,40	41	11
24	865937,0	814852,7	66,14	65,70	65,20	66,70	66,40	66,50	18	11
25	865878,9	815035,1	67,38	66,90	67,30	67,90	66,90	67,80	46	55
26	865755,3	815273,7	68,82	69,40	68,40	68,20	68,90	69,10	7	8
27	865681,6	815537,3	63,49	62,90	63,40	63,80	63,40	63,90	43	19
28	865605,3	815776,9	61,71	59,90	61,80	62,40	61,70	62,30	17	8
29	866131,8	814876,4	56,70	57,90	56,10	56,40	56,90	55,90	3	4
30	866095,3	815132,9	61,60	60,90	62,10	61,40	61,70	61,80	2	6
31	866044,8	815372,2	55,62	56,10	55,70	55,90	55,10	55,20	11	15
32	865924,2	815621,9	66,30	65,80	66,90	65,90	65,70	67,00	22	19
33	865899,6	815817,1	59,59	58,90	60,10	59,70	59,10	60,00	8	6
34	866301,6	815196,3	58,90	58,50	59,40	58,60	58,10	59,70	3	9
35	866301,9	815429,2	59,98	60,40	60,10	60,70	59,40	59,10	16	21
36	866131,1	815714,1	70,79	69,20	71,60	70,80	71,10	70,90	54	67
37	866067,2	815927,4	55,84	55,10	55,60	56,10	56,40	55,90	5	3
38	866009,9	816140,4	57,18	58,10	57,30	57,10	56,80	56,40	6	4
39	866406,2	815762,3	70,25	69,90	69,40	70,50	70,90	70,40	61	68
40	866305,7	816030,4	69,94	70,00	69,50	69,40	70,60	70,10	53	49

**Tabla 13.** Descripción física de los puntos de muestreo

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	Descripción Física
1	864735,0	815474,2	Al pie del Río Magdalena, frente a almacén de Ecollantas y Restaurante Bar"; flujo vehicular continuo, pendiente plana
2	864573,7	815696,5	Presencia de negocios de Restaurante-Asadero; diagonal a Papelería y Malecón; flujo vehicular continuo; pendiente plana
3	864500,4	815958,2	Presencia de tienda y próxima a una iglesia Cristiana; flujo vehicular leve, pendiente plana
4	865115,2	814816,3	Al lado de "Ladrillera Andina", diagonal a lavadero de carros flujo vehicular continuo; pendiente plana
5	865030,6	815039,2	Zona de hospedaje para camioneros y restaurantes; flujo vehicular leve, pendiente plana
6	864929,1	815324,0	Descripción del Punto de Medición: Zona de hospedaje; presencia de fábrica de maderas agrícolas; flujo vehicular leve, pendiente plana
7	864874,4	815534,2	Zona comercial presencia de locales de diferentes mercadeo; presencia de parqueadero de motos; flujo vehicular media, pendiente plana
8	864807,0	815771,7	A un costado del Parque de Los Mártires; presencia locales comerciales; flujo vehicular continuo; pendiente plana
9	864757,3	816051,9	Ubicado en un sector comercial presencia de locales de restaurante; flujo vehicular continuo; pendiente plana
10	864738,2	816209,4	Sobre la canalización de la Av. Toma; en la zona hay parqueaderos; flujo vehicular continuo; pendiente plana
11	865433,5	814864,7	Presencia de varios locales; frente a parqueadero; flujo vehicular media, pendiente plana
12	865333,6	815144,7	Zona comercial con talleres de motos y ferreterías; presencia de semáforo; flujo vehicular continuo; pendiente plana
13	865249,3	815356,2	Sobre el parque Santander; zona financiera; diagonal al Pasaje Camacho; flujo vehicular continuo; pendiente plana
14	865163,2	815579,5	Zona comercial frente a Centro Comercial y Lotería del Huila; presencia de semáforo; flujo vehicular continuo; pendiente plana
15	865060,9	815849,1	Presencia de locales comerciales; próximo a Óptica Centro Visual del Huila; flujo vehicular media, pendiente plana
16	864960,5	816108,9	Zona comercial; presencia de parqueadero y taller automotriz; flujo vehicular media, pendiente plana
17	864908,3	816243,8	Sobre la Av. La Toma; zona comercial e institucional; flujo vehicular continuo; pendiente semi plana
18	865598,8	814981,7	Zona comercial de vehículos; diagonal a taller mecánico; flujo vehicular continuo; pendiente plana
19	865588,7	815182,6	Presencia de locales de veterinaria y pinturas; flujo vehicular media, pendiente plana
20	865468,2	815449,2	Presencia del Banco de Bogotá; frente a Servientrega; diagonal a la DIAN; flujo vehicular continuo; pendiente plana
21	865380,0	815726,0	Zona comercial; presencia de semáforos; flujo vehicular continuo; pendiente plana
22	865314,4	815933,4	Presencia de varios locales y restaurantes; flujo vehicular continuo; pendiente plana
23	865228,2	816171,6	Cruce Av. La Toma con la Cr 5; presencia de parqueadero; flujo vehicular media, pendiente plana

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	Descripción Física
24	865937,0	814852,7	Frente a Estación de Servicio Móvil; presencia de locales; al lado del Oro. flujo vehicular continuo; pendiente plana
25	865878,9	815035,1	Presencia de locales; se observa un colegio infantil; flujo vehicular media, pendiente plana
26	865755,3	815273,7	Presencia colegio Hispano Inglés; locales de cafetería y restaurante; flujo vehicular media, pendiente plana
27	865681,6	815537,3	Zona de hospedaje y Centro Empresarial del Huila; flujo vehicular media, pendiente plana
28	865605,3	815776,9	Zona de oficinas: presencia de locales; flujo vehicular media, pendiente plana
29	866131,8	814876,4	Zona de comercio; locales de oficina y presencia de talleres; flujo vehicular media, pendiente plana
30	866095,3	815132,9	Presencia de locales de barrio; diagonal a Creaciones Color y Fantasía; flujo vehicular leve, pendiente plana
31	866044,8	815372,2	Presencia de jardín escolar; local de restaurante; flujo vehicular leve, pendiente plana
32	865924,2	815621,9	Zona de locales mixto oficina y salón de belleza; flujo vehicular leve, pendiente plana
33	865899,6	815817,1	Presencia de locales de tienda de barrio; flujo vehicular leve, pendiente plana
34	866301,6	815196,3	Local de droguería; presencia de Iglesia cristiana; flujo vehicular media, pendiente plana
35	866301,9	815429,2	Zona institucional al frente al Colegio Cooperativo Salesiano; flujo vehicular leve, pendiente plana
36	866131,1	815714,1	Zona con presencia de locales mixtos y restaurante; flujo vehicular leve, pendiente plana
37	866067,2	815927,4	Presencia de locales de barrio y salón de belleza; flujo vehicular leve, pendiente plana
38	866009,9	816140,4	Al lado de la Quebrada La Toma; presencia de laboratorio clínico; flujo vehicular media, pendiente plana
39	866406,2	815762,3	Zona comercial locales mixtos; flujo vehicular continuo; pendiente plana
40	866305,7	816030,4	Frente al parqueadero del Hospital Universitario; zona comercial y residencial; puente vehicular; flujo vehicular continuo; pendiente plana

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

$$\alpha = \left[ \frac{8}{8-1} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{\sum 49.2}{\sum 949.2} \right]$$

$$\alpha = 0.960$$

El resultado nos indica que el criterio y/o nivel confiabilidad esta categorizado como alto de acuerdo con lo establecido en la tabla 8.

## **6.2 Verificación del desempeño de los modelos**

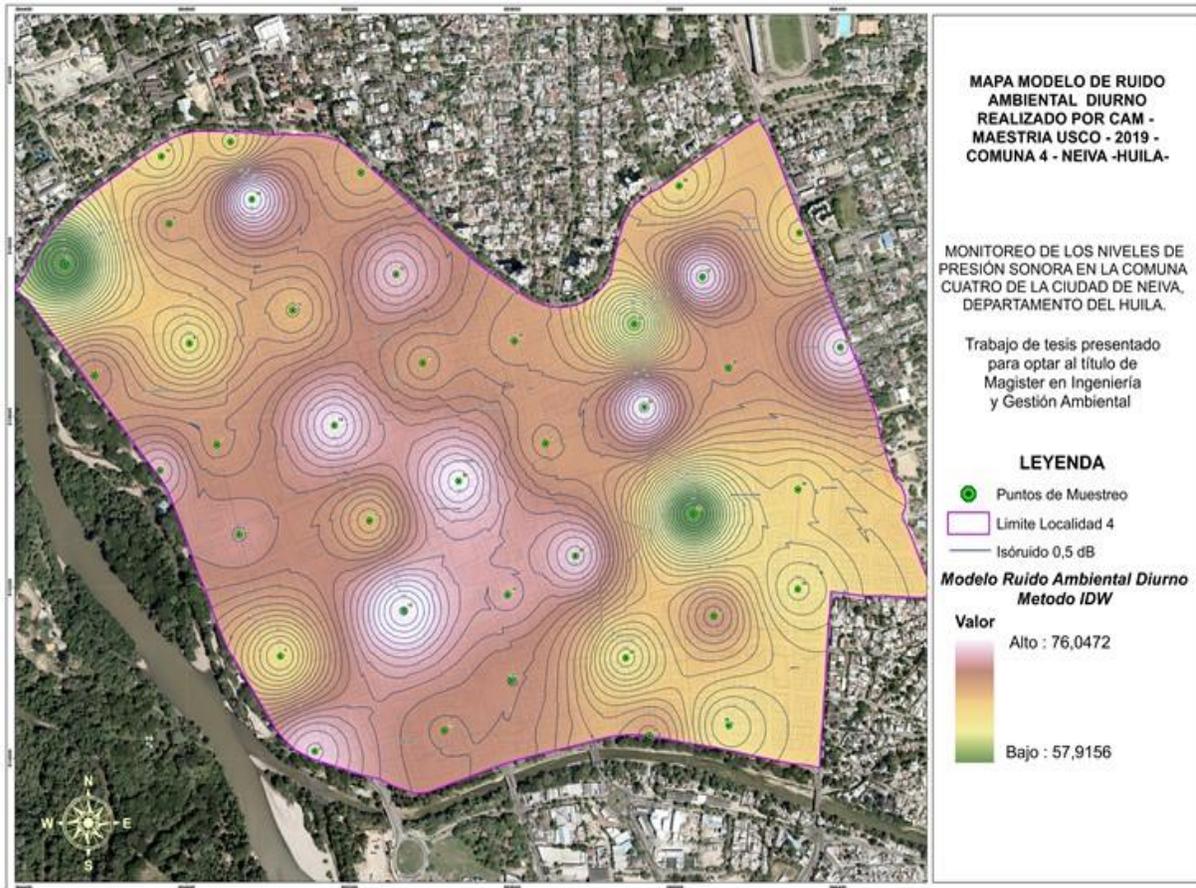
Se tomaron las carteras de campo de los dos periodos de muestreo (diurno y nocturno) y, a través del software ArcGIS versión 10.6, se obtuvieron las capas temáticas del ruido a través de un modelo de interpolación “Distancia Inversa Ponderada” (IDW), este método como afirma Villatoro et al., (2008) estima valores desconocidos al especificar la distancia de búsqueda, los puntos más cercanos, el ajuste de potencia y las barreras. La interpolación de los puntos se realiza asignando pesos a los datos del entorno en función inversa de la distancia que los separa.

Este método permite la generación del Modelo de Elevación Digital –MDE- de una forma rápida y simple. Sin embargo, se trata esencialmente de una media ponderada y, por tanto, el resultado se encuentra siempre incluido dentro del rango de variación de los datos.

Los resultados se presentan en las figuras 3 y 4.

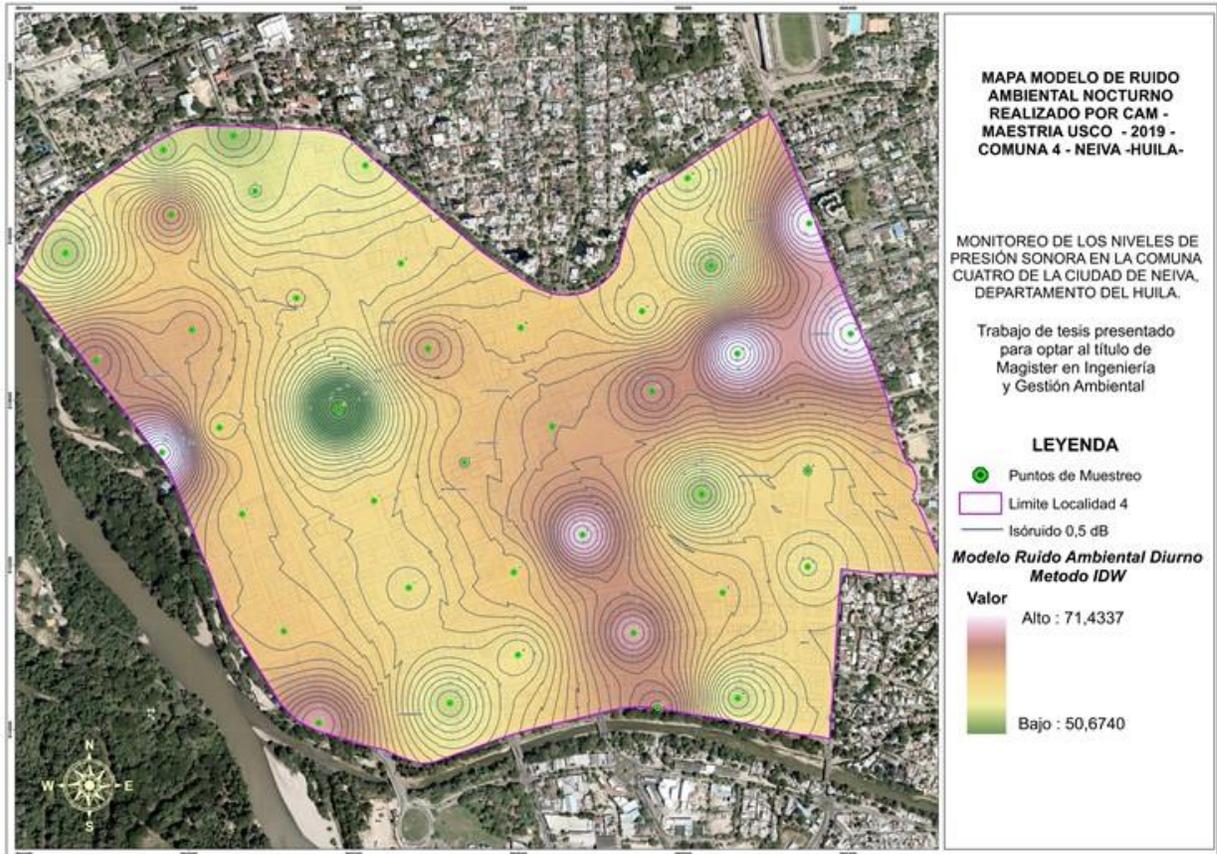
De acuerdo con la figura 3, el modelo de ruido ambiental para la comuna 4 jornada diurna se encuentran establecidos entre los valores de 57.9156 dB y 76.0472 dB, encontrándose que los rangos con mayor promedio en dB corresponden a las áreas más céntricas de la Comuna 4, donde adicionalmente se concentra la mayor cantidad de zonas comerciales en el centro de Neiva. Se puede apreciar claramente que los niveles de ruido tienden a atenuarse hacia los sectores más limítrofes de la comuna, los cuales coinciden con algunos límites naturales como el caso del río Magdalena y otros sectores residenciales de la ciudad.

**Figura 3.** Mapa de ruido ambiental diurno de la Comuna 4 de Neiva



De acuerdo con la figura 4, el rango de ruido ambiental para la Comuna 4 jornada nocturna se encuentra establecido entre los valores de 50.6740 dB y 71.4337 dB, observándose una clara disminución del rango de ruido en aproximadamente 5 dB para el rango mínimo y máximo, lo cual explica claramente que, para el área de estudio la actividad comercial desarrollada en el centro de la ciudad es un factor altamente determinante en los niveles de ruido. Igualmente, se observa que los niveles de ruido nocturno que muestran mayor valor se encuentran asociados a las zonas aledañas a avenidas con mayor flujo vehicular, como es el caso de la avenida circunvalar, calle 4, carrera 7 y 19.

**Figura 4.** Mapa de ruido ambiental nocturno de la Comuna 4 de Neiva

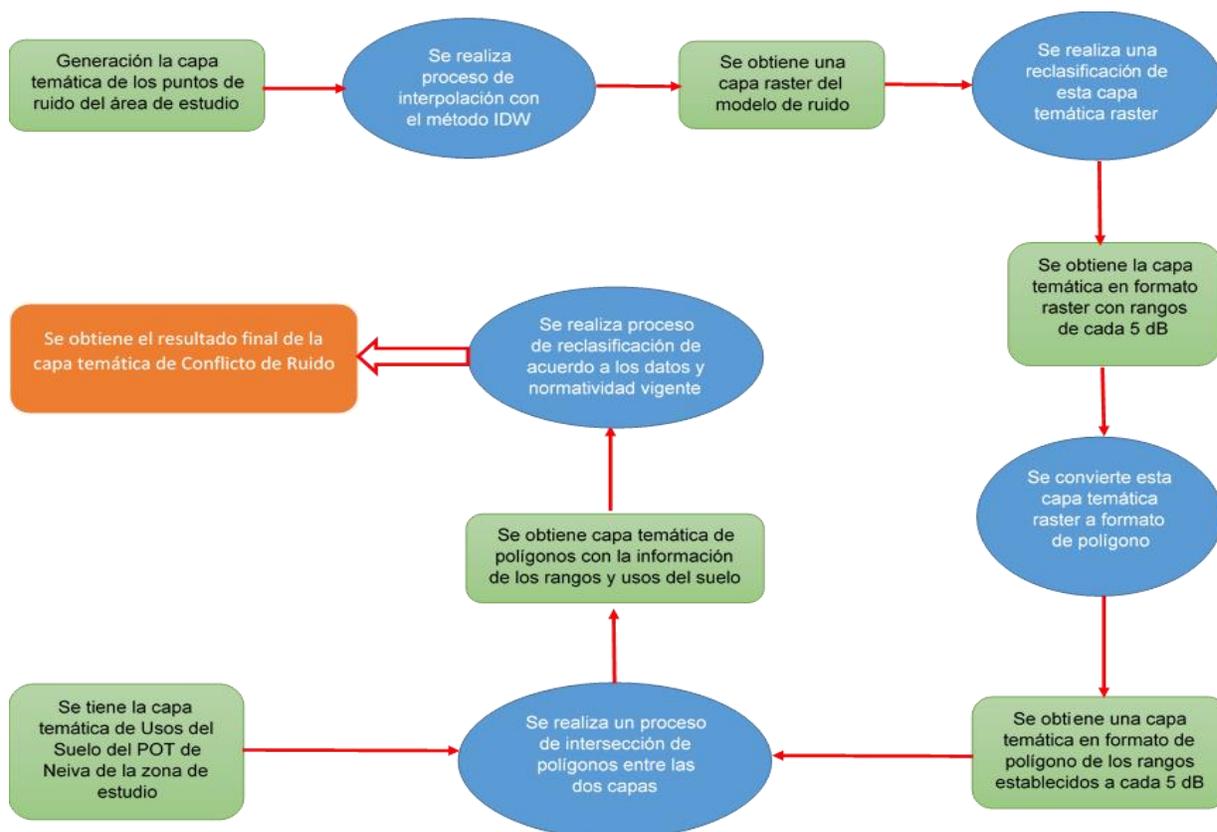


### 6.3 Mapa de ruido del ruido ambiental de la Comuna 4 de la ciudad de Neiva y su cumplimiento normativo

Para el desarrollo de este ítem se realizaron procesos cartográficos que contribuyeron a la generación de insumos primarios y secundarios que se analizaron con ayuda del software ArcGIS versión 10.6, de conformidad con el modelo conceptual de la figura 5.

Se partió de la capa temática de usos del suelo establecidos en la parte urbana y referenciados en el capítulo XV del acuerdo municipal 026 del 2009 de Neiva, establecida en el plan de ordenamiento territorial del municipio de Neiva; se seleccionó lo pertinente al área de estudio como se observa en la Figura 6 y tabla 14.

**Figura 5.** Modelo conceptual cartográfico para determinar conflicto del ruido ambiental

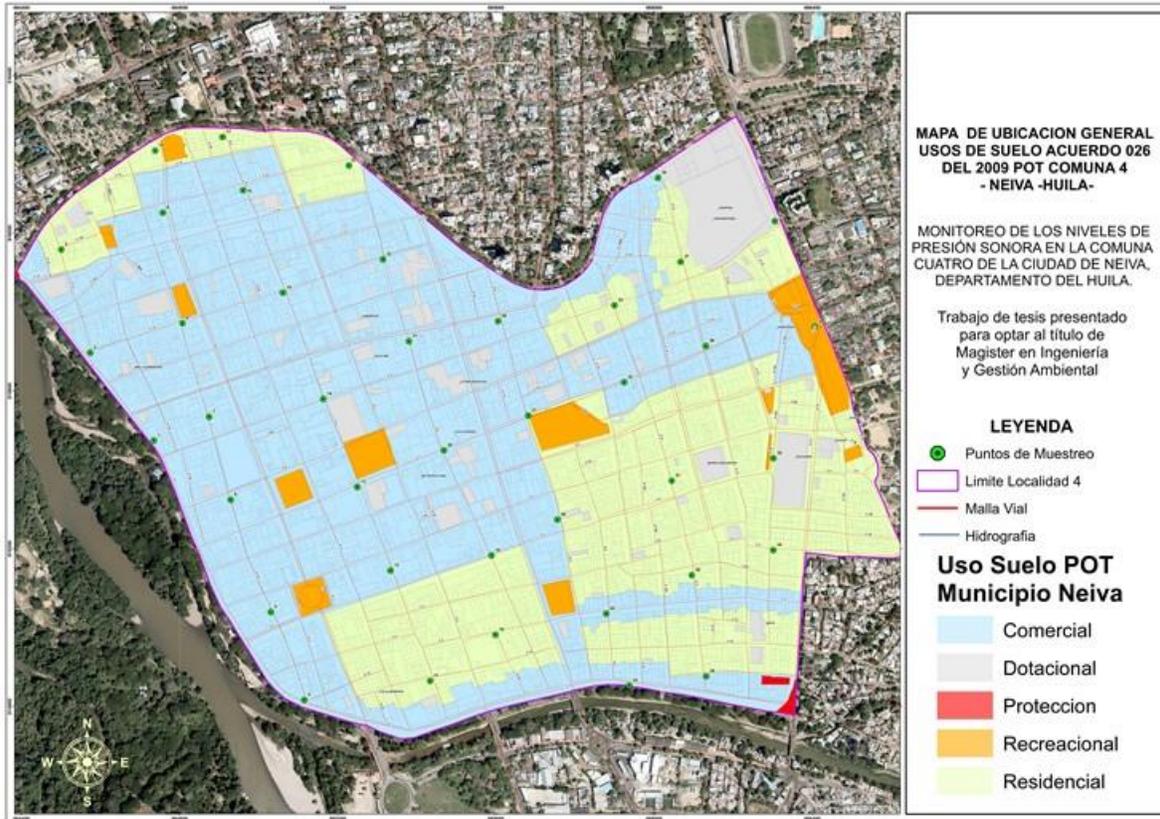


**Tabla 14.** Datos General del Uso del Suelo Comuna 4

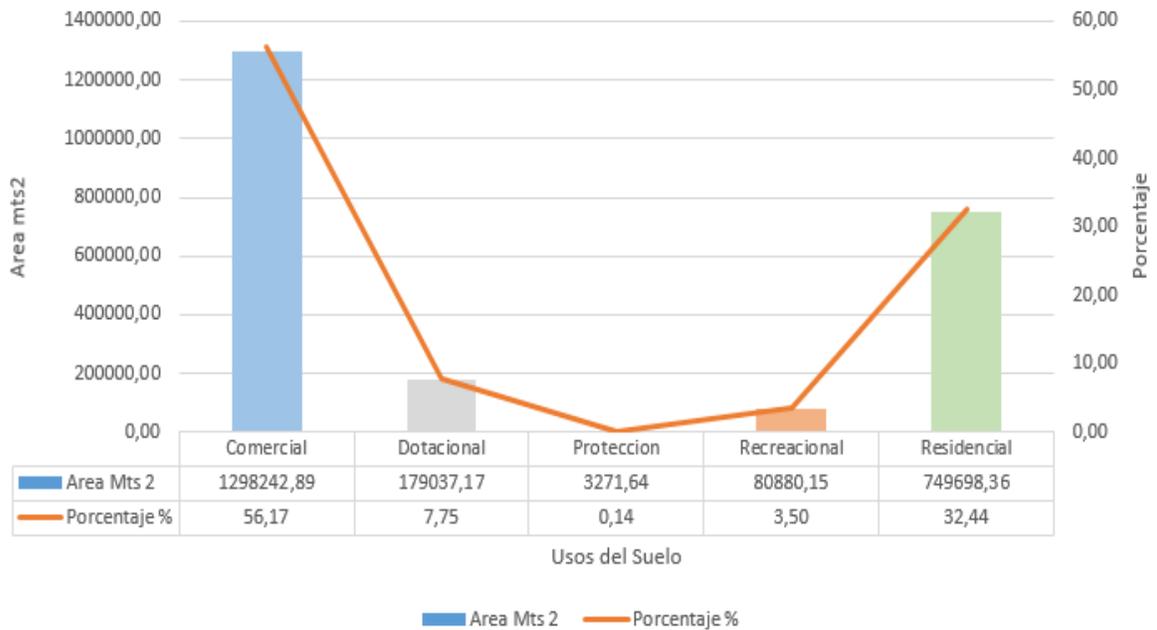
USO	Área Mts 2	Porcentaje %
Comercial	1298242,89	56,17
Dotacional	179037,17	7,75
Protección	3271,64	0,14
Recreacional	80880,15	3,50
Residencial	749698,36	32,44
TOTAL	2311130,22	100,00

Se observa que en el área de estudio existen cinco clasificaciones de uso del suelo, pero predominan dos clasificaciones que representan casi el 90% del uso del suelo, que son el uso comercial con un 56.17 % y el residencial con un 32.44 % (figura 7).

**Figura 6. Mapa de Ubicación y Clasificación de Uso del Suelo**



**Figura 7. Uso del Suelo Comuna 4**



Posteriormente se tomó la capa temática del modelo de ruido y se realizó una agrupación por rangos cada 5 dB como lo establece la norma para las dos jornadas de trabajo, sacando los datos de las áreas respectivas de cada clase.

Con este producto se establece que los mayores niveles de ruido ambiental de la jornada diurna, están entre dos rangos que son 65 – 70 dB con el 51.8 % y 70 – 75 dB con el 42.39 %.

En la figura 8 se observa claramente como la Comuna 4, de conformidad con el plan de ordenamiento territorial de Neiva, posee rangos de permisividad relativamente elevados en la mayor parte de su área dada su condición de usos de suelo permitidos, asociados a la actividad comercial propia del microcentro de una ciudad capital de departamento del Huila.

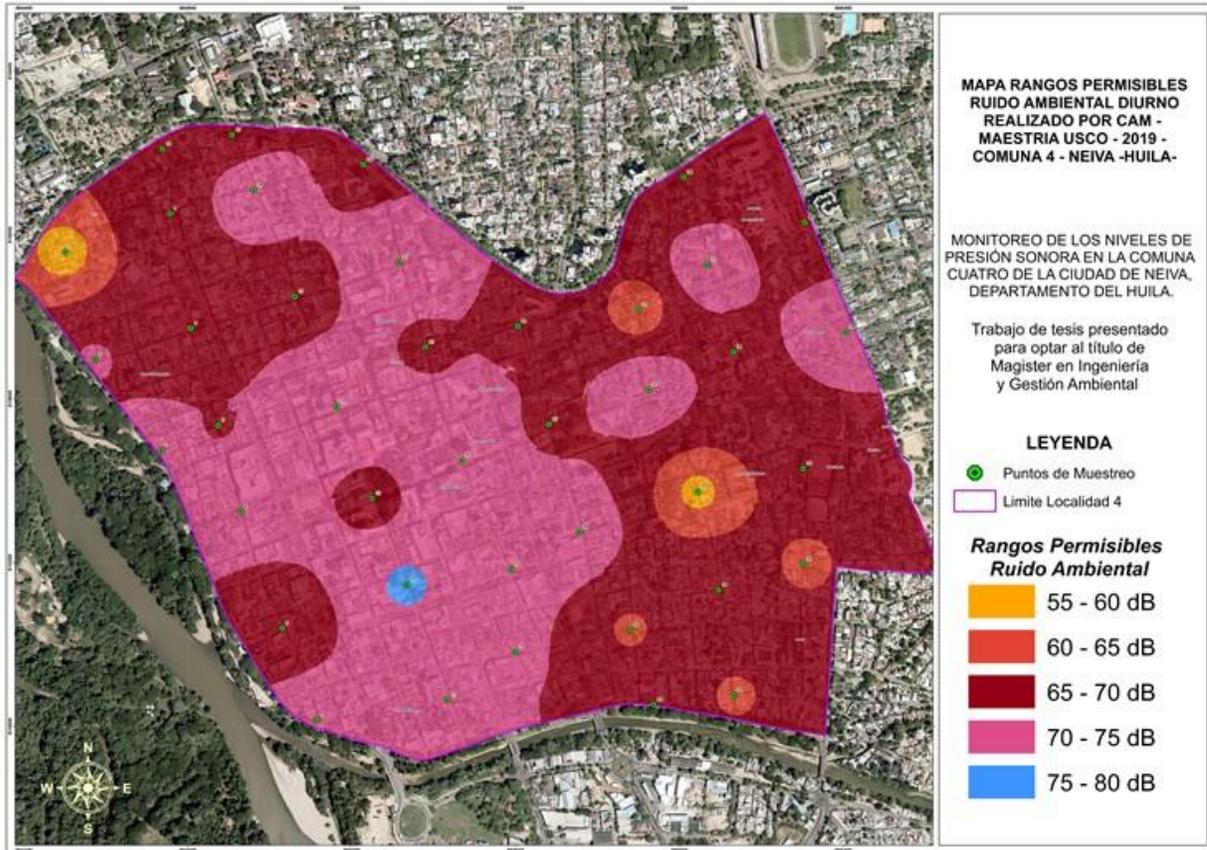
**Tabla 15.** Datos de área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido diurno

Código	Rango dB	Área mts2	Porcentaje %
5	55 - 60	16517,54	0,71
6	60 - 65	109800,91	4,75
7	65 - 70	1197738,19	51,82
8	70 - 75	979712,79	42,39
9	75 - 80	7360,79	0,32
TOTAL		2311130,22	100,00

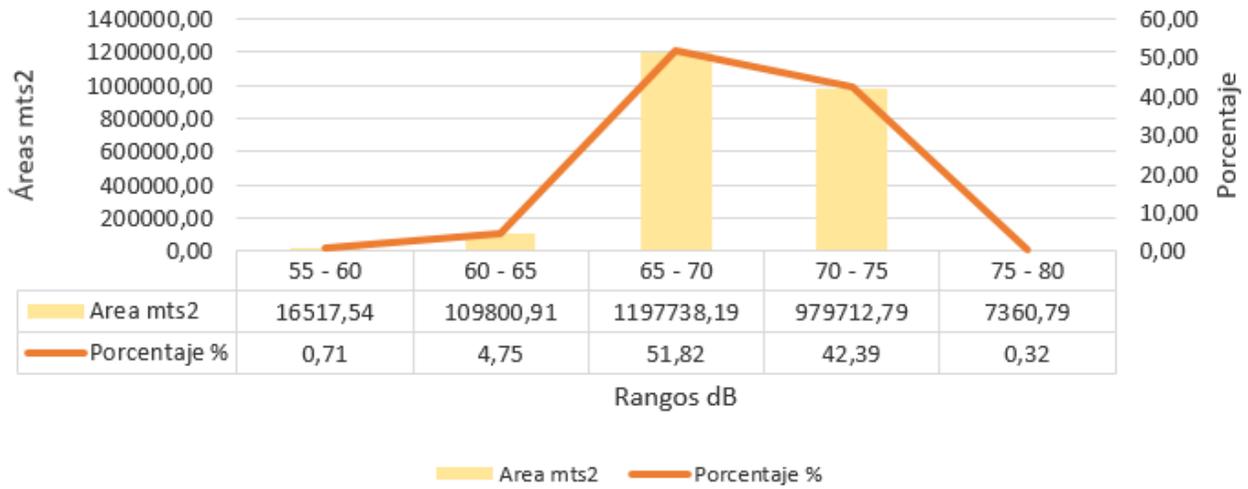
Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para la jornada nocturna arrojando los resultados que se muestran en las figuras 10 y 11 y tabla 16.

Como se observa en la figura 10, para la jornada nocturna el resultado de los niveles de ruido ambiental establece que el rango de mayor ruido esta entre 60 – 65 dB con el 62.95 %; y dos rangos medios son 55 – 60 dB con el 25.39 % y 65 – 70 dB con el 10.53 %.

**Figura 8.** Mapa de rangos permisibles de ruido ambiental diurno



**Figura 9.** Clasificación rangos de área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido diurno



**Figura 10.** Mapa de Rango Permisibles Ruido Ambiental Nocturno



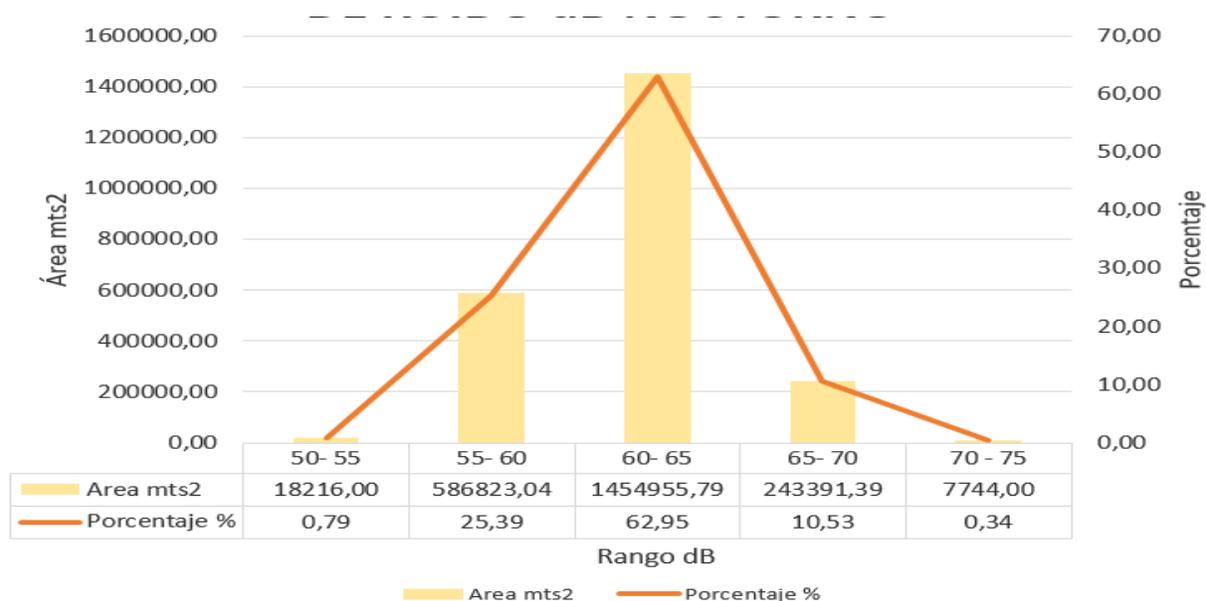
**Tabla 16.** Datos de área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido nocturno

Código	Rango dB	Área mts2	Porcentaje %
4	50- 55	18216,00	0,79
5	55- 60	586823,04	25,39
6	60- 65	1454955,79	62,95
7	65- 70	243391,39	10,53
8	70 - 75	7744,00	0,34
TOTAL		2311130,22	100,00

Con estos insumos temáticos de uso del suelo y de niveles de ruido categorizados por rangos, se procedió a realizar una intersección de estas capas cartográficas para obtener el mapa de conflicto; a este insumo se le realizó un análisis respectivo y se clasificó en dos categorías de clasificación “Cumple o No Cumple”, con respecto al acatamiento normativo establecido

en la Resolución 627 de 2006 emanada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (MAVDT, 2006).

**Figura 11.** Área y porcentaje de cada uno de los rangos de ruido nocturno



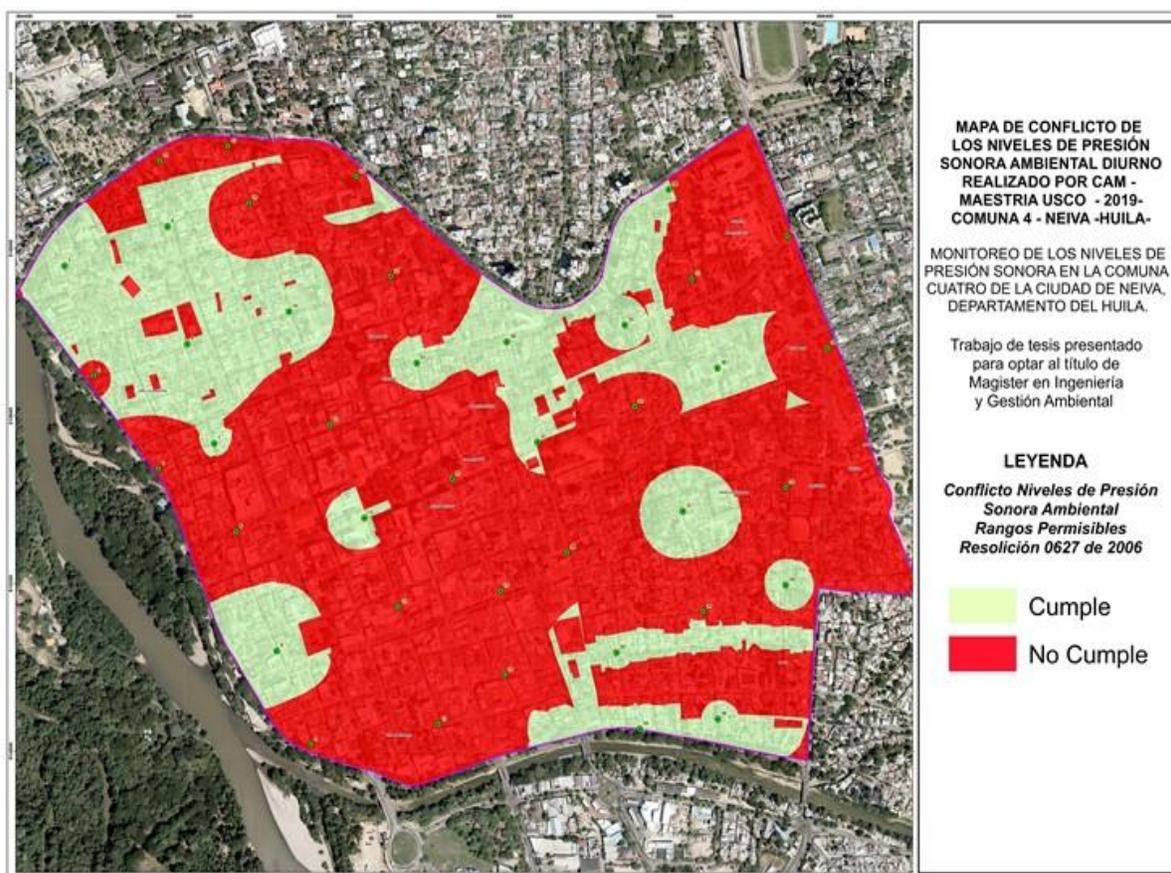
### 6.3.1 Mapa de conflicto por ruido ambiental diurno

De acuerdo con el mapa de conflicto diurno de la Comuna 4 que se muestra en la figura 12 y tablas 17 y 18, se logró establecer que el 30.88 % del área total está cumpliendo con los niveles de presión sonora para las diferentes actividades del uso del suelo y el 69.12 % del área está incumpliendo esta normatividad.

Al efectuar la verificación del cumplimiento de la normatividad para los usos de suelo de mayor representatividad en el área de estudio (tablas 17 y 18), se observa claramente que para los usos comerciales que representan el 56,16% de área de estudio, los porcentajes de incumplimiento son aproximadamente equivalentes a los de cumplimiento en proporción 1 a 1 para la jornada diurna. Para los usos residenciales que representan el 32,43% de área de

estudio, los porcentajes de incumplimiento son mucho mayores a los de cumplimiento en proporción 7 a 1 respectivamente, para la jornada diurna. Por su parte, los restantes usos de suelo (Dotacional, recreacional y de protección), presentan una alta proporción de incumplimiento de la norma para la jornada diurna.

**Figura 12.** Mapa de conflicto de los niveles de presión sonora ambiental diurna para la Comuna 4



Es importante resaltar, que el rango que presenta mayor porcentaje de área con incumplimiento normativo para uso residencial diurno es el de 65 a 70 dB, por lo que además de que se deberían proponer mecanismos de mitigación de ruido para esas áreas residenciales, sería importante evaluar por la administración municipal un posible cambio de uso hacia la

actividad comercial, con el cual el rango se ubicaría dentro de los niveles de cumplimiento y a su vez se consolidaría el área comercial del microcentro de la ciudad.

**Tabla 17.** Datos de los niveles de presión sonora ambiental diurna para la comuna 4 y determinación de conflictos de ruido

USO	Medición Permisible Día dB	Rango Registrado dB	Estado	Área mts2	%
Comercial	70	55 – 60	Cumple	1440,34	0,06
		60 – 65	Cumple	23955,34	1,04
		65 – 70	Cumple	587162,87	25,41
		70 – 75	No Cumple	677870,31	29,33
		75 – 80	No Cumple	7430,53	0,32
Dotacional	65	55 – 60	Cumple	624,76	0,03
		60 – 65	Cumple	11586,60	0,50
		65 – 70	No Cumple	111468,54	4,82
		70 – 75	No Cumple	55600,37	2,41
Protección	55	60 – 65	No Cumple	259,19	0,01
		65 – 70	No Cumple	3121,93	0,14
Recreacional	65	60 – 65	Cumple	1022,96	0,04
		65 – 70	No Cumple	40284,34	1,74
		70 – 75	No Cumple	39717,83	1,72
Residencial	65	55 – 60	Cumple	14661,67	0,63
		60 – 65	Cumple	73255,23	3,17
		65 – 70	No Cumple	455237,34	19,70
		70 – 75	No Cumple	206330,06	8,93
<b>TOTAL</b>				<b>2311030,22</b>	<b>100,00</b>

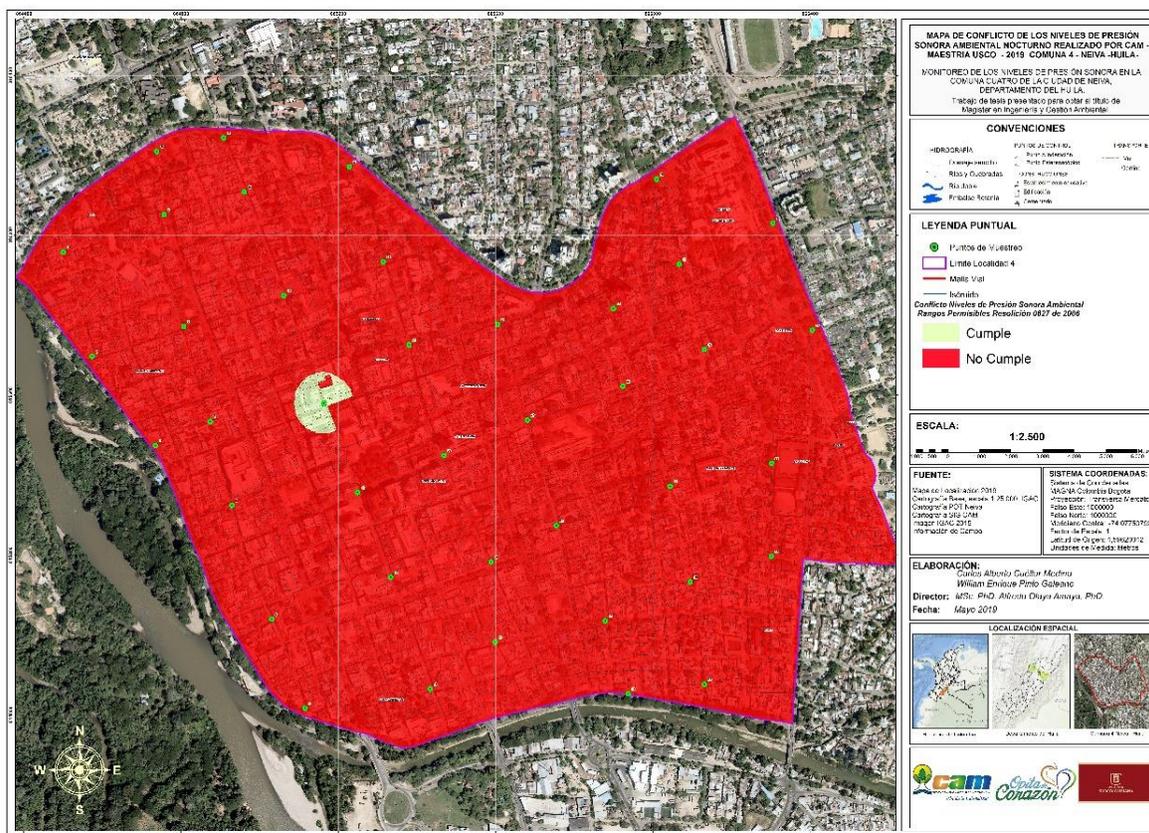
**Tabla 18.** Porcentaje de cumplimiento de niveles de ruido ambiental diurno por tipo de uso de suelo establecido en la Comuna 4

USO	Estado	Área mts2	Porcentaje %
Total	CUMPLE	713709,77	30,88
	NO CUMPLE	1597320,45	69,12
Comercial	CUMPLE	612558,55	26,51
	NO CUMPLE	685300,85	29,65
Dotacional	CUMPLE	12211,36	0,53
	NO CUMPLE	167068,91	7,23
Protección	CUMPLE	0,00	0,00
	NO CUMPLE	3381,12	0,15
Recreacional	CUMPLE	1022,96	0,04
	NO CUMPLE	80002,17	3,46
Residencial	CUMPLE	87916,90	3,80
	NO CUMPLE	661567,41	28,63



representan el 49,76% del área de estudio, que a su vez representa el 88,6% del suelo con uso comercial. Lo anterior indica que, con algunas leves medidas de la administración municipal asociadas a la reducción de ruido en 10 dB para horarios nocturnos, se lograría dar cumplimiento a la normatividad para casi la totalidad del área destinada a uso comercial y al 50% de la comuna 4. Mayor esfuerzo es requerido para los usos residenciales que representa el 32,43% de área de estudio, donde los porcentajes de incumplimiento con niveles de emisión de ruido inferiores a 60 dB (10 dB por encima de la norma) representan el 10,33% del área de estudio, que a su vez representa tan solo el 31,8% del total de los usos residenciales.

**Figura 14.** Mapa de conflicto de ruido ambiental nocturno para la Comuna 4



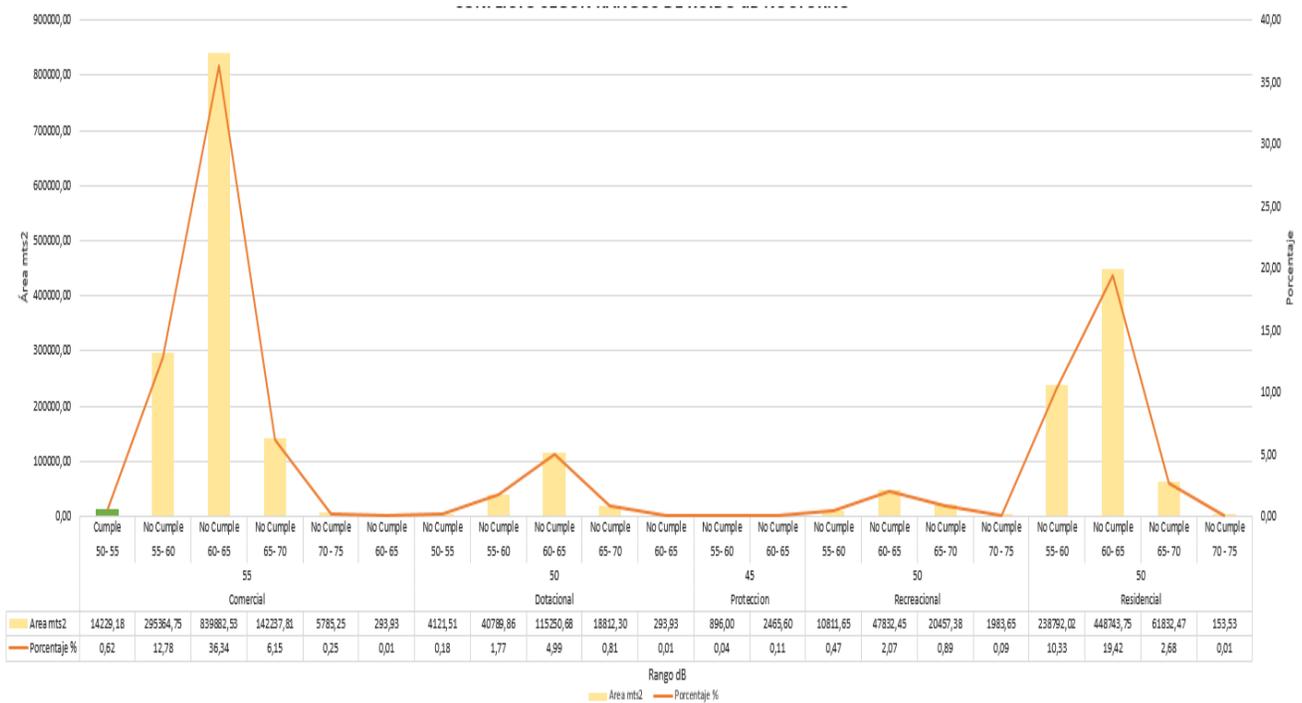
**Tabla 19.** Datos de los niveles de presión sonora ambiental nocturno para la comuna 4 y determinación de conflictos de ruido

USO	Permisible Noche dB	Rango Registrado dB	Estado	Área (m2)	%
Comercial	55	50- 55	Cumple	14229,18	0,62
		55- 60	No Cumple	295364,75	12,78
		60- 65	No Cumple	840176,46	36,36
		65- 70	No Cumple	142237,81	6,15
		70 – 75	No Cumple	5785,25	0,25
Dotacional	50	50- 55	No Cumple	4121,51	0,18
		55- 60	No Cumple	40789,86	1,77
		60- 65	No Cumple	115544,60	5,00
		65- 70	No Cumple	18812,30	0,81
Protección	45	55- 60	No Cumple	896,00	0,04
		60- 65	No Cumple	2465,60	0,11
Recreacional	50	55- 60	No Cumple	10811,65	0,47
		60- 65	No Cumple	47832,45	2,07
		65- 70	No Cumple	20457,38	0,89
		70 – 75	No Cumple	1983,65	0,09
Residencial	50	55- 60	No Cumple	238792,02	10,33
		60- 65	No Cumple	448743,75	19,42
		65- 70	No Cumple	61832,47	2,68
		70 – 75	No Cumple	153,53	0,01
<b>TOTAL</b>				<b>2311030,22</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 20.** Cumplimiento normativo de ruido nocturno frente a los usos definidos en la Comuna 4

USO	Estado	Área mts2	Porcentaje %
Total	CUMPLE	14229,18	0,62
	NO CUMPLE	2296801,04	99,38
Comercial	CUMPLE	14229,18	0,62
	NO CUMPLE	1283564,27	55,54
Dotacional	CUMPLE	0,00	0,00
	NO CUMPLE	179268,27	7,76
Protección	CUMPLE	0,00	0,00
	NO CUMPLE	3361,61	0,15
Recreacional	CUMPLE	0,00	0,00
	NO CUMPLE	81085,12	3,51
Residencial	CUMPLE	0,00	0,00
	NO CUMPLE	749521,77	32,43

**Figura 15. Niveles de Presión Sonora Ambiental Nocturna para la Comuna 4 y Determinar Conflictos de Ruido Establecido en la Normatividad**



#### 6.4 Análisis multitemporal del ruido en un periodo no continuo (2011-2016 -2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva

Se procedió a retomar los datos de medición de campo de los puntos de la zona en los estudios realizados anteriormente en la Comuna 4 por parte de la CAM - Universidad Nacional 2011 y CAM - Conintegral 2016 para las dos jornadas, y así desarrollar la misma metodología de diseño de los modelos para realizar las respectivas comparaciones.

Del estudio de “Niveles de Ruido Ambiental en la zona Microcentro del Municipio de Neiva–Huila”; realizado por la CAM y la Universidad Nacional de Colombia el año 2011, se obtuvieron los datos correspondientes a los 40 puntos de muestreo de ruido en similares sitios a los adelantados en el presente estudio, tabulando la información obtenida en las tablas 21 y 22.

**Tabla 21.** Datos de campo ruido diurno del estudio CAM- Universidad Nacional 2011

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	LRAeq Db	Vehículos Pesados	Vehículos Livianos	Motos
2	864708,8	815466,7	74	172	662	673
3	864568,8	815697,7	72	170	618	841
4	864490,8	815957,7	68	1	10	36
6	865104,8	814823,7	76	128	522	880
7	865024,8	815040,7	69	5	22	56
8	864920,8	815307,7	72	14	85	175
9	864868,8	815532,7	72	15	116	240
10	864808,8	815788,7	69	241	328	568
11	864757,6	816044,6	78	280	486	657
12	864737,1	816206,1	90	180	321	336
13	865394,8	814873,7	71	6	34	69
14	865335,8	815141,7	76	19	316	485
15	865239,8	815387,7	71	12	399	440
16	865132,8	815596,7	78	8	519	450
17	865047,8	815859,7	80	79	501	487
18	864960,3	816108,5	73	9	413	437
19	864906,8	816241,2	73	10	537	564
20	865598,8	814981,7	71	6	108	131
21	865571,8	815205,7	71	15	152	233
22	865477,8	815463,7	75	8	441	456
23	865373,8	815706,7	76	6	571	438
24	865306,8	815940,7	75	60	336	351
25	865219,8	816172,7	70	10	244	281
27	865936,8	814850,7	73	35	257	504
28	865851,8	815038,7	77	66	267	521
29	865760,8	815274,7	75	11	215	366
30	865681,8	815527,7	77	116	520	707
31	865603,8	815773,7	76	35	551	664
35	866148,8	814881,7	65	0	13	33
36	866087,8	815141,7	67	1	12	41
37	866037,8	815370,7	65	1	17	21
38	865927,8	815623,7	73	119	0	0
39	865878,8	815822,7	66	6	148	190
43	866302,8	815205,7	65	8	42	134
44	866300,8	815433,7	67	2	44	107
45	866137,8	815714,7	72	116	384	539
46	866063,8	815941,7	70	3	92	173
47	865994,8	816156,7	68	2	98	156
51	866398,8	815773,7	76	62	722	781
52	866305,8	816057,7	76	212	1045	1001

**Tabla 22.** Datos de campo ruido nocturno del estudio CAM -Universidad Nacional 2011

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	LRAeq dB	Vehículos Pesados	Vehículos Livianos	Motos
2	864708,8	815466,7	67	63	410	316
3	864568,8	815697,7	64	130	432	280
4	864490,8	815957,7	61	0	1	7
6	865104,8	814823,7	63	37	170	134
7	865024,8	815040,7	63	0	5	12
8	864920,8	815307,7	60	2	17	14
9	864868,8	815532,7	58	0	4	6
10	864808,8	815788,7	60	20	230	104
11	864757,6	816044,6	64	11	103	35
12	864737,1	816206,1	58	1	27	12
13	865394,8	814873,7	58	0	4	16
14	865335,8	815141,7	64	0	16	12
15	865239,8	815387,7	64	2	82	31
16	865132,8	815596,7	57	0	2	6
17	865047,8	815859,7	64	9	42	26
18	864960,3	816108,5	69	2	33	30
19	864906,8	816241,2	58	0	26	8
20	865598,8	814981,7	59	2	17	11
21	865571,8	815205,7	60	2	27	8
22	865477,8	815463,7	61	1	103	24
23	865373,8	815706,7	59	2	44	31
24	865306,8	815940,7	58	2	37	19
25	865219,8	816172,7	62	2	67	52
27	865936,8	814850,7	65	9	141	193
28	865851,8	815038,7	66	7	130	256
29	865760,8	815274,7	67	0	22	10
30	865681,8	815527,7	60	0	123	26
31	865603,8	815773,7	57	0	43	11
35	866148,8	814881,7	57	0	0	3
36	866087,8	815141,7	61	1	4	7
37	866037,8	815370,7	56	2	22	21
38	865927,8	815623,7	63	3	165	68
39	865878,8	815822,7	58	0	21	12
43	866302,8	815205,7	59	0	5	17
44	866300,8	815433,7	61	2	43	93
45	866137,8	815714,7	66	7	244	94
46	866063,8	815941,7	55	0	6	4
47	865994,8	816156,7	56	0	24	19
51	866398,8	815773,7	69	9	416	304
52	866305,8	816057,7	65	12	286	136

**Tabla 23.** Datos de campo ruido diurno del estudio CAM -Conintegral 2016

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	LRAeq dB	Vehículos Pesados	Vehículos Livianos	Motos
2	864708,8	815466,7	74,3	172	662	673
3	864568,8	815697,7	74,8	170	618	841
4	864490,8	815957,7	63,6	1	10	36
6	865104,8	814823,7	68,9	128	522	880
7	865024,8	815040,7	63,1	5	22	56
8	864920,8	815307,7	64,7	14	85	175
9	864868,8	815532,7	68,6	15	116	240
10	864808,8	815788,7	69,4	241	328	568
11	864768,8	816036,7	75,5	280	486	657
12	864742,1	816200,8	62,9	180	321	336
13	865394,8	814873,7	74,8	6	34	69
14	865335,8	815141,7	74	19	316	485
15	865239,8	815387,7	69,7	12	399	440
16	865132,8	815596,7	77,6	8	519	450
17	865047,8	815859,7	78	79	501	487
18	864958,8	816084,7	74,4	9	413	437
19	864903,6	816241,2	69,2	10	537	564
20	865598,8	814981,7	75,1	6	108	131
21	865571,8	815205,7	73,6	15	152	233
22	865477,8	815463,7	69,7	8	441	456
23	865373,8	815706,7	77,6	6	571	438
24	865306,8	815940,7	71,3	60	336	351
25	865219,8	816172,7	69,5	10	244	281
27	865936,8	814850,7	71,9	35	257	504
28	865851,8	815038,7	74,6	66	267	521
29	865760,8	815274,7	72,1	11	215	366
30	865681,8	815527,7	76,6	116	520	707
31	865603,8	815773,7	74,5	35	551	664
35	866148,8	814881,7	69,5	0	13	33
36	866087,8	815141,7	59,4	1	12	41
37	866037,8	815370,7	58,4	1	17	21
38	865927,8	815623,7	75,6	119	0	0
39	865878,8	815822,7	74,2	6	148	190
43	866302,8	815205,7	66,8	8	42	134
44	866300,8	815433,7	70,2	2	44	107
45	866137,8	815714,7	72,4	116	384	539
46	866063,8	815941,7	73	3	92	173
47	865994,8	816156,7	70	2	98	156
51	866398,8	815773,7	70,4	62	722	781
52	866305,8	816057,7	76,8	212	1045	1001

**Tabla 24.** Datos de campo ruido nocturno del estudio CAM - Conintegral 2016

Punto N°	Coordenada X	Coordenada Y	LRAeq dB	Vehículos Pesados	Vehículos Livianos	Motos
2	864708,8	815466,7	68,5	63	410	316
3	864568,8	815697,7	63,9	130	432	280
4	864490,8	815957,7	58,6	0	1	7
6	865104,8	814823,7	70,8	37	170	134
7	865024,8	815040,7	65,4	0	5	12
8	864920,8	815307,7	55,7	2	17	14
9	864868,8	815532,7	61,8	0	4	6
10	864808,8	815788,7	68,7	20	230	104
11	864768,8	816036,7	70,8	11	103	35
12	864742,1	816200,8	60,6	1	27	12
13	865394,8	814873,7	58,1	0	4	16
14	865335,8	815141,7	64,4	0	16	12
15	865239,8	815387,7	59,4	2	82	31
16	865132,8	815596,7	65,4	0	2	6
17	865047,8	815859,7	68,4	9	42	26
18	864958,8	816084,7	67,6	2	33	30
19	864903,6	816241,2	64,9	0	26	8
20	865598,8	814981,7	55,1	2	17	11
21	865571,8	815205,7	56	2	27	8
22	865477,8	815463,7	57	1	103	24
23	865373,8	815706,7	55,5	2	44	31
24	865306,8	815940,7	55,5	2	37	19
25	865219,8	816172,7	59	2	67	52
27	865936,8	814850,7	66,6	9	141	193
28	865851,8	815038,7	63,3	7	130	256
29	865760,8	815274,7	54	0	22	10
30	865681,8	815527,7	60	0	123	26
31	865603,8	815773,7	61,7	0	43	11
35	866148,8	814881,7	64	0	0	3
36	866087,8	815141,7	58,5	1	4	7
37	866037,8	815370,7	53,3	2	22	21
38	865927,8	815623,7	64,6	3	165	68
39	865878,8	815822,7	57,9	0	21	12
43	866302,8	815205,7	56	0	5	17
44	866300,8	815433,7	54,7	2	43	93
45	866137,8	815714,7	65,5	7	244	94
46	866063,8	815941,7	59,6	0	6	4
47	865994,8	816156,7	65,7	0	24	19
51	866398,8	815773,7	60,9	9	416	304
52	866305,8	816057,7	65,6	12	286	136

Con el mismo procedimiento se analizó el estudio realizado por la CAM y Conintegral en el año 2016, del cual también se obtuvo la información tabulada en las tablas 23 y 24.

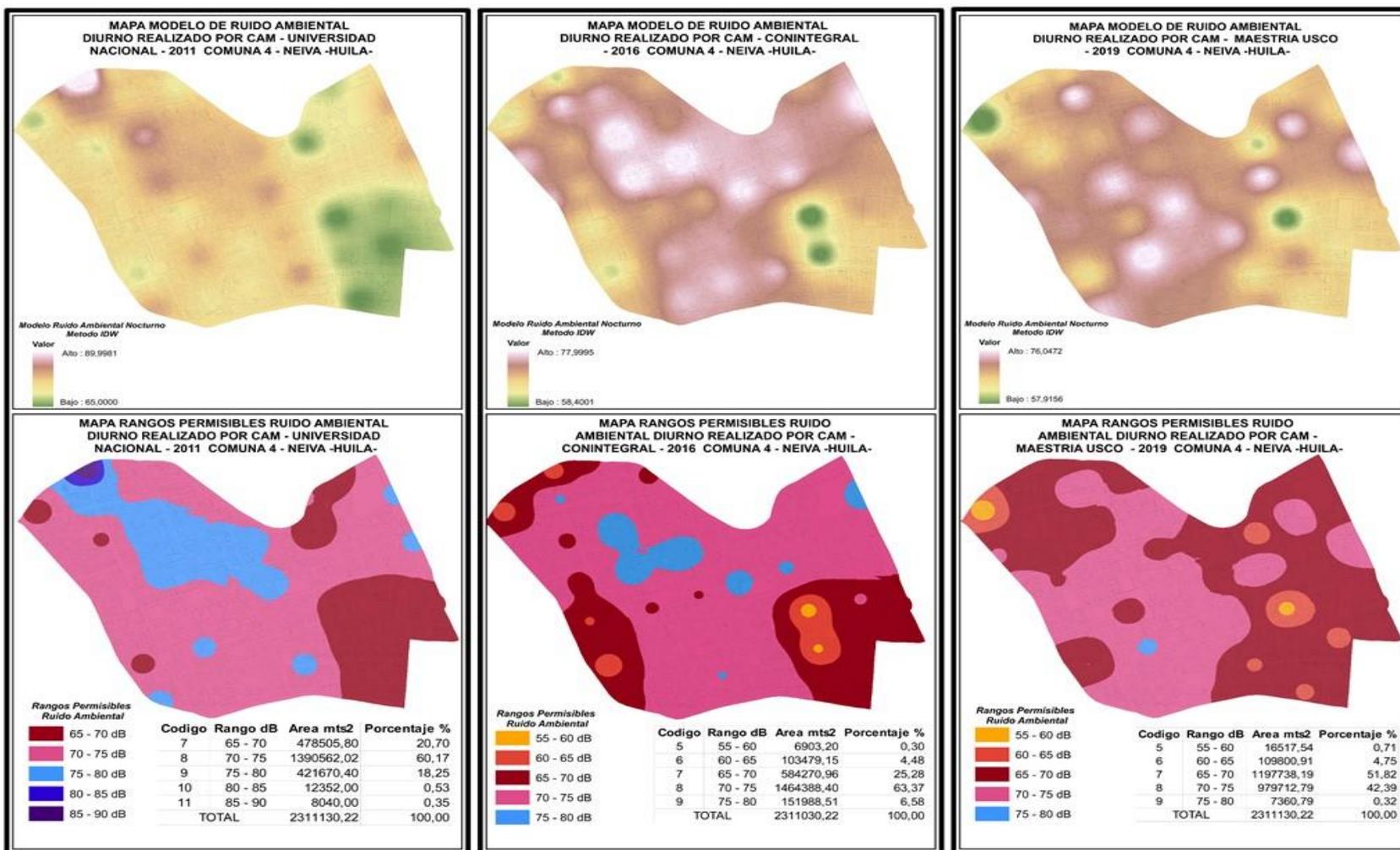
Con esta información, sumada a la información obtenida en el presente estudio (2019) se realizaron los análisis para ruido diurno obteniendo los resultados que se presentan en la figura 16 y tabla 25. Se observa que los rangos de nivel de ruido en la jornada diurna demuestran una clara disminución al punto que desaparecen los rangos mayores y aparece un mayor número de registros en los rangos de menor ruido en el área de estudio.

**Tabla 25.** Comparación de rangos de ruido diurno en la Comuna 4 de Neiva

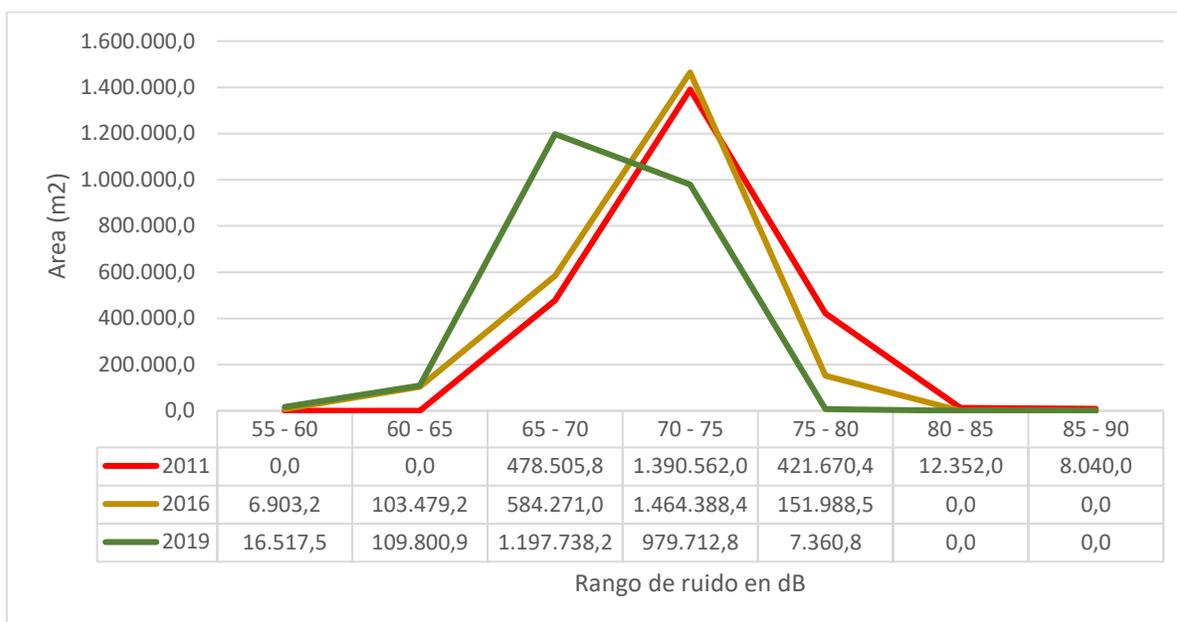
Rango dB	2011		2016		2019	
	Área (m2)	%	Área (m2)	%	Área (m2)	%
55 – 60	0,0	0,0	6.903,2	0,3	16.517,5	0,7
60 – 65	0,0	0,0	103.479,2	4,5	109.800,9	4,8
65 – 70	478.505,8	20,7	584.271,0	25,3	1.197.738,2	51,8
70 – 75	1.390.562,0	60,2	1.464.388,4	63,4	979.712,8	42,4
75 – 80	421.670,4	18,2	151.988,5	6,6	7.360,8	0,3
80 – 85	12.352,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
85 – 90	8.040,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>2.311.130,2</b>	<b>100,0</b>	<b>2.311.030,2</b>	<b>100,0</b>	<b>2.311.130,2</b>	<b>100,0</b>

En la figura 17 se puede comparar con mayor claridad el comportamiento tendencial de los niveles de ruido diurno en la Comuna 4 de Neiva, observándose un claro desplazamiento de la curva correspondiente al año 2019 hacia la izquierda, donde se ubican los rangos de menor nivel de ruido. Igual situación si se compara la curva del año 2011 con la de 2016. Este comportamiento tendencial demuestra que durante el periodo de tiempo evaluado se deben haber realizado acciones por las autoridades municipales tendientes a reducir los niveles de ruido diurno en el microcentro de Neiva.

**Figura 16.** Análisis multitemporal de los niveles de ruido diurno en un periodo no continuo (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva

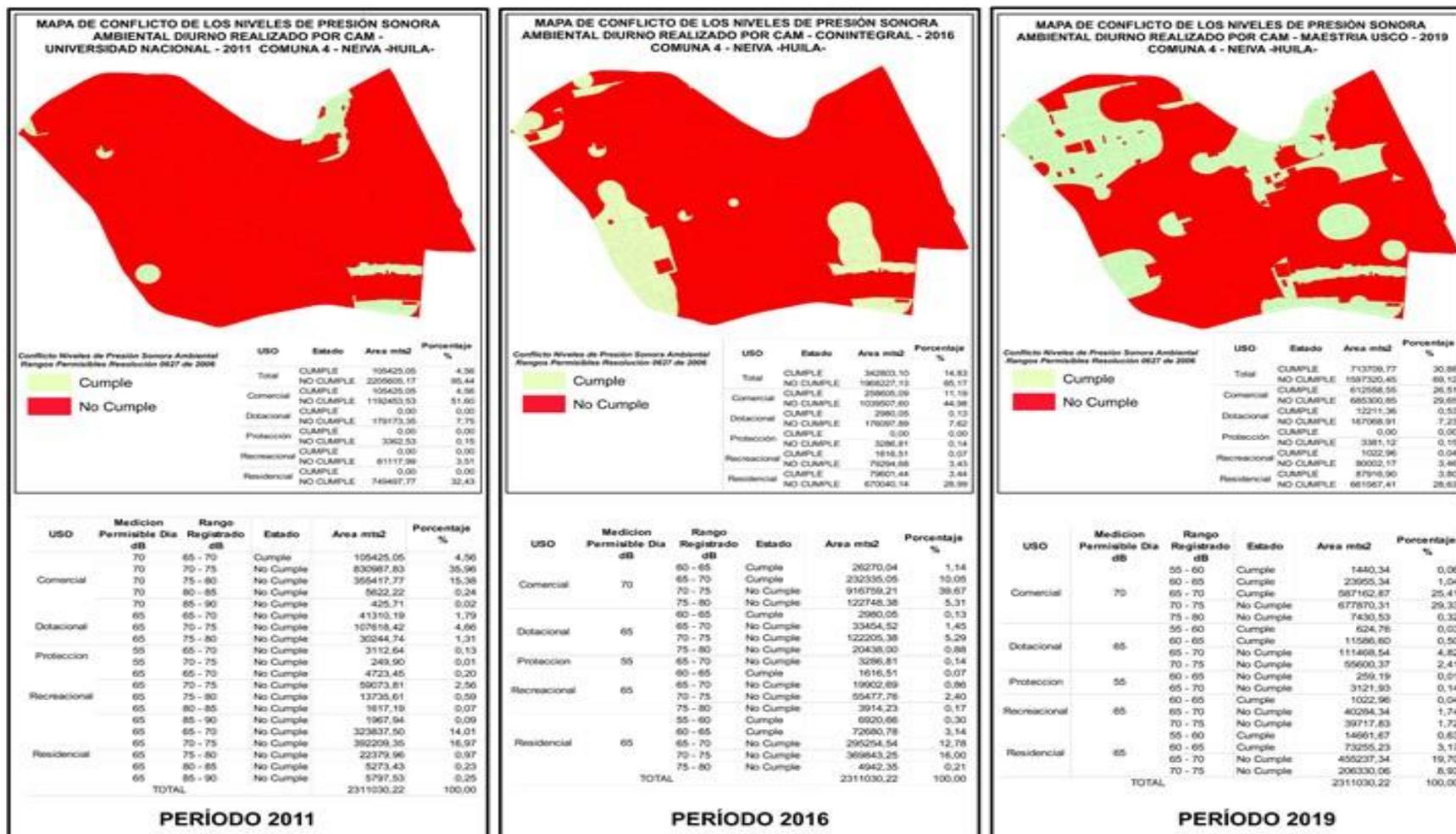


**Figura 17.** Curva tendencial de los niveles de ruido diurno en la Comuna 4 de Neiva



Como se observa en la figura 18, los análisis realizados al conflicto de ruido diurno demuestran que en el transcurso del tiempo se ha avanzado y mejorado en el cumplimiento de los niveles permisibles establecidos en la normatividad de ruido en varios sectores de acuerdo a sus usos; en general se cuantifica que mientras el porcentaje de cumplimiento del año 2011 fue de 4.56 %, en el 2016 fue de 14.83% y en el 2019 fue de 30.88%, demostrando el incremento en los niveles de cumplimiento normativo en un 25% para el área de estudio. Al analizar los dos usos más representativos de la Comuna 4 que son el comercial (56,16%) y el residencial (32,43%), se observa una clara tendencia en la reducción de conflicto por ruido en uso comercial al pasar de 51,6% en conflicto en el año 2011 al 29,65% en 2019. Para el uso residencial la mejora no es tan evidente al pasar de cero cumplimientos por ruido en 2011 a 3,8% de área en cumplimiento normativo.

**Figura 18.** Análisis multitemporal del conflicto de ruido diurno en un periodo no continuo (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva



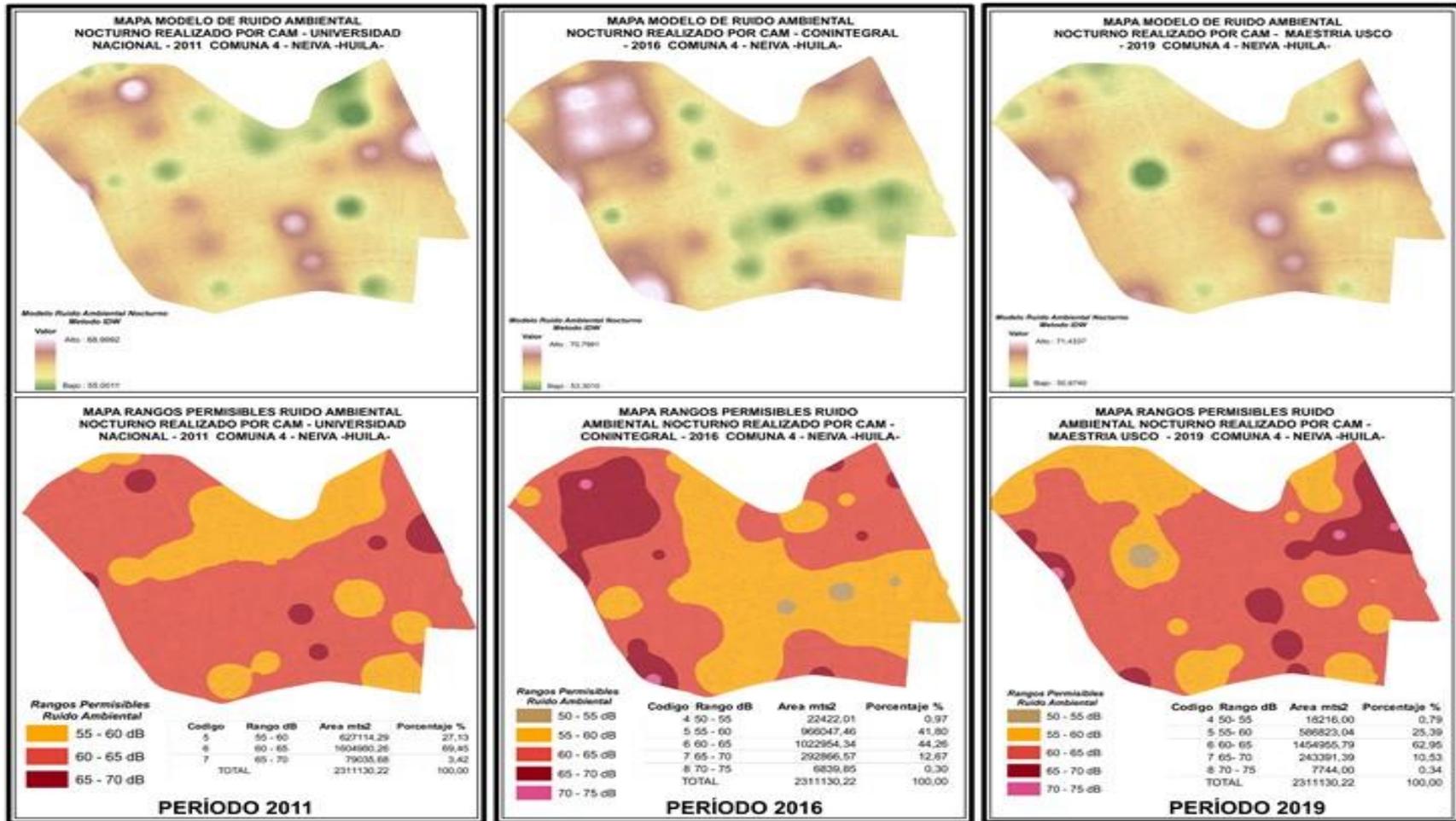
Respecto a los análisis para ruido nocturno y siguiendo la misma metodología indicada para el análisis diurno, se obtuvieron los resultados que se presentan en la figura 19 y tabla 26. Se observa que los rangos de nivel de ruido en la jornada nocturna no muestran ningún cambio significativo en los niveles de ruido, pues si bien en algunos rangos se evidencian leves mejoras, son mayores los incrementos de área con ruido superior a 65 y hasta 75 dB.

**Tabla 26.** Comparación de rangos de ruido nocturno en la Comuna 4 de Neiva.

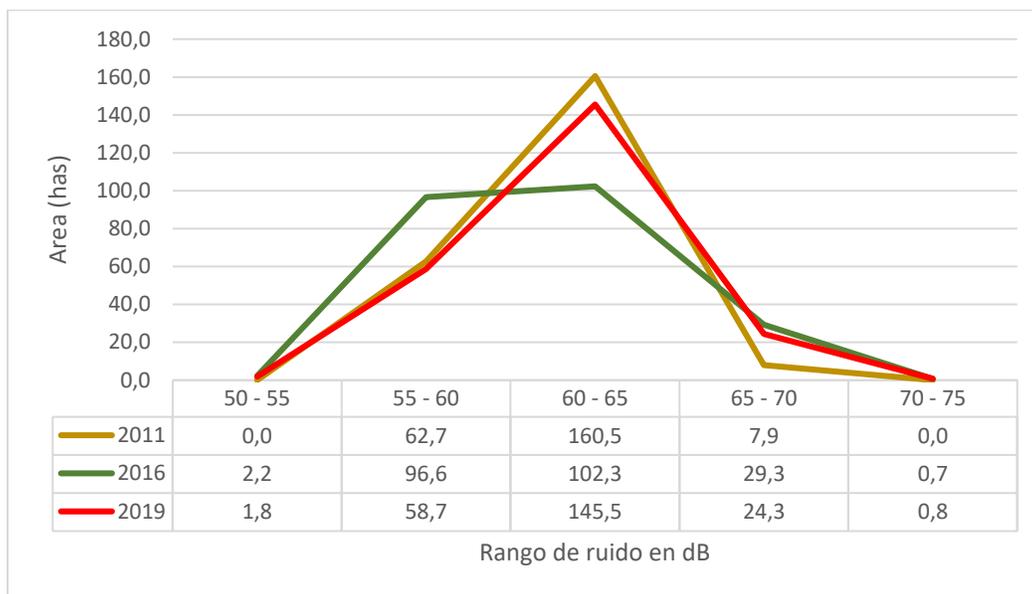
Año	2011		2016		2019	
	Área (m2)	%	Área (m2)	%	Área (m2)	%
50 - 55	0,0	0,0	22.422,0	1,0	18.216,0	0,8
55 - 60	627.114,3	27,1	966.047,5	41,8	586.823,0	25,4
60 - 65	1.604.980,3	69,4	1.022.954,3	44,3	1.454.955,8	63,0
65 - 70	79.035,7	3,4	292.866,6	12,7	243.391,4	10,5
70 - 75	0,0	0,0	6.839,8	0,3	7.744,0	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>2.311.130,2</b>	<b>100,0</b>	<b>2.311.130,2</b>	<b>100,0</b>	<b>2.311.130,2</b>	<b>100,0</b>

En la figura 20 se puede comparar con mayor claridad el comportamiento tendencial de los niveles de ruido nocturno en la Comuna 4 de Neiva, observándose un leve desplazamiento de la curva correspondiente al año 2016 hacia la izquierda, donde se ubican los rangos de menor nivel de ruido. Respecto a las curvas de los años 2011 y 2019 son relativamente similares con mayores niveles de ruido que los de 2016. Este comportamiento demuestra que durante el periodo de tiempo 2011 a 2016 se presentaron mejorías en niveles de ruido, que a su vez decreció para el periodo 2016 a 2019 llegando a niveles similares a los encontrados para el año 2011, lo cual denota una clara necesidad de retomar acciones por las autoridades municipales tendientes a reducir los niveles de ruido nocturno en el microcentro de Neiva

**Figura 19.** Análisis multitemporal de ruido nocturno en un periodo no continuo (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva

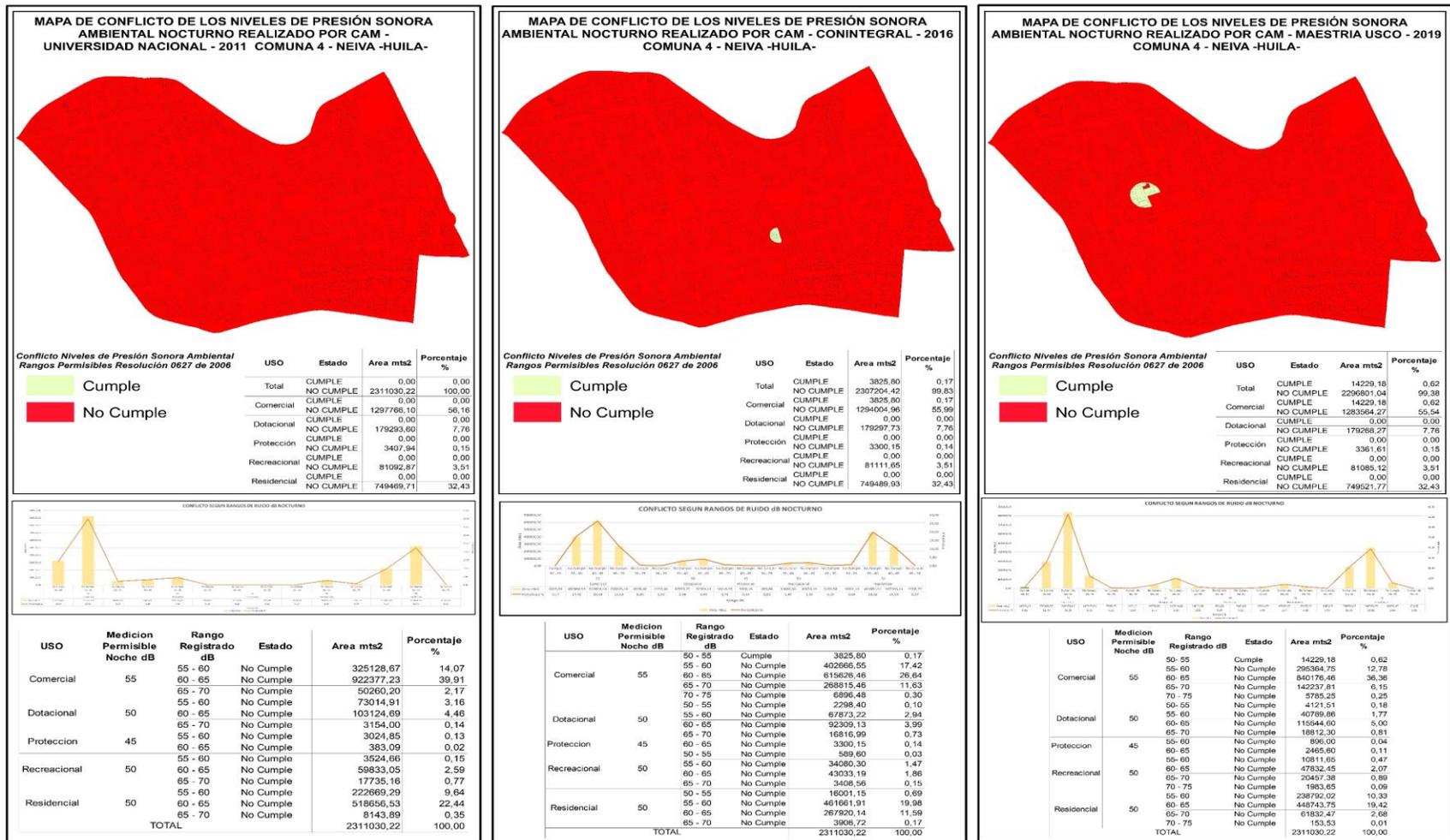


**Figura 20.** Curva tendencial de los niveles de ruido nocturno en la Comuna 4 de Neiva



Como se observa en la figura 21, los análisis realizados al conflicto de ruido nocturno demuestran que, en el transcurso del tiempo, no se ha avanzado y ni mejorado en el cumplimiento de los niveles permisibles establecidos en la normatividad de ruido de conformidad con los usos de suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial de Neiva. En general se cuantifica que mientras el porcentaje de cumplimiento del año 2011 fue de 0%, en el 2016 fue de 0.17% y en el 2019 fue de 0.62%, demostrando que el incremento en los niveles de cumplimiento normativo es menor al 1% para el área de estudio. Al analizar la totalidad de los usos de suelo de la Comuna 4, se observa que tan solo el uso comercial (56,16% del área estudiada) presenta una leve mejoría de menos del 1% de cumplimiento, mientras que los demás usos como el residencial (32,43%), dotacional, recreacional y de protección, no presentan ningún nivel de cumplimiento de la norma de ruido para horarios nocturnos indicando esto una clara necesidad de adelantar acciones urgentes para la mejora en este aspecto.

**Figura 21.** Análisis multitemporal del conflicto de ruido nocturno en un periodo no continuo de ocho años (2011-2016-2019) en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva



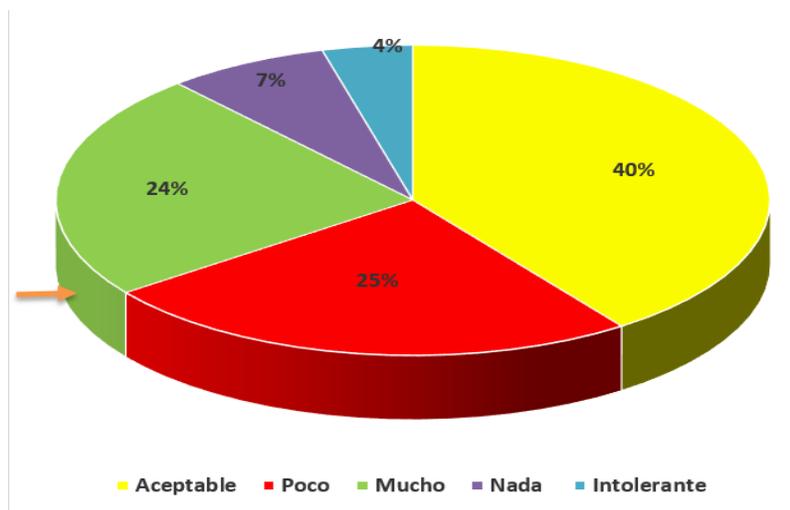
## 6.5 Percepción de la comunidad frente al ruido ambiental de la comuna cuatro (4) de la ciudad Neiva

Mediante procesos estadísticos de distribución de frecuencias y la tabulación realizada a los instrumentos de medición con el software Excel se realizó el análisis de percepción para el área de estudio, obteniendo las gráficas y resultados que se muestran en las tablas 27 a 35, y figuras 22 a 30 a través de porcentajes según el número de respuestas.

**Tabla 27.** Datos de frecuencia características del ruido percibido

Descripción	Variación del ruido/ Día	Variación del ruido/ Noche	Ruido de impactos (golpes)	Ruidos combinados	Intensidad del ruido predominante	Constancia y continuidad del ruido	TOTAL Respuesta
Aceptable	31	12	39	37	39	38	196
Poco	9	46	17	18	16	15	121
Mucho	35	5	13	19	20	24	116
Nada	9	15	8	2	1	1	36
Intolerante	5	2	3	4	4	2	20
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	480

**Figura 22.** Porcentaje de frecuencias de las características del ruido percibido

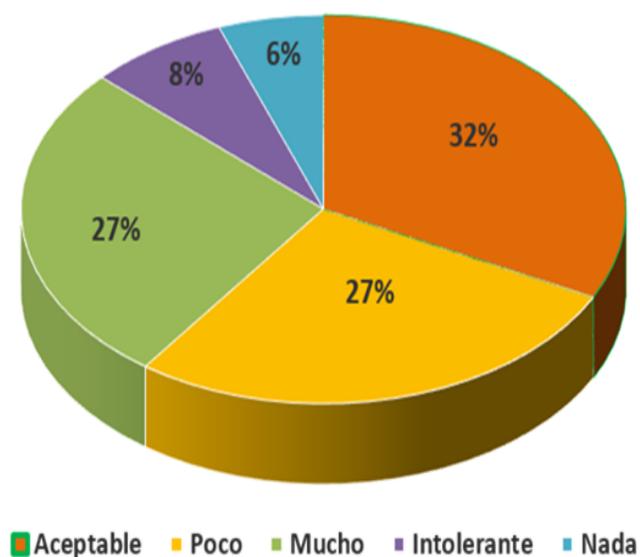


La primera variable analizada los instrumentos de medición es la percepción de la comunidad con respecto a las características del ruido percibido. Como se observa en la tabla 27 y figura 22, las mayores frecuencias relativas corresponden a los niveles donde la población encuestada asume las características del ruido como aceptable (40%), o poca molestia (25%) por ruido que se presenta en el sector, otro porcentaje significativo (24%) de la población encuestada manifiesta mucha molestia por ruido, mientras que el 7% no siente ninguna molestia por las características del ruido y solamente el 4% lo considera intolerante.

**Tabla 28.** Molestia por contacto con fuentes emisoras

Descripción	Molestia por contacto con la fuente emisora de ruido	Molestia del ruido percibido desde el interior de la vivienda	TOTAL Respuesta
Aceptable	32	20	52
Poco	13	31	44
Mucho	26	17	43
Intolerante	6	6	12
Nada	3	6	9
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	

**Figura 23.** Molestia por contacto con fuentes emisoras

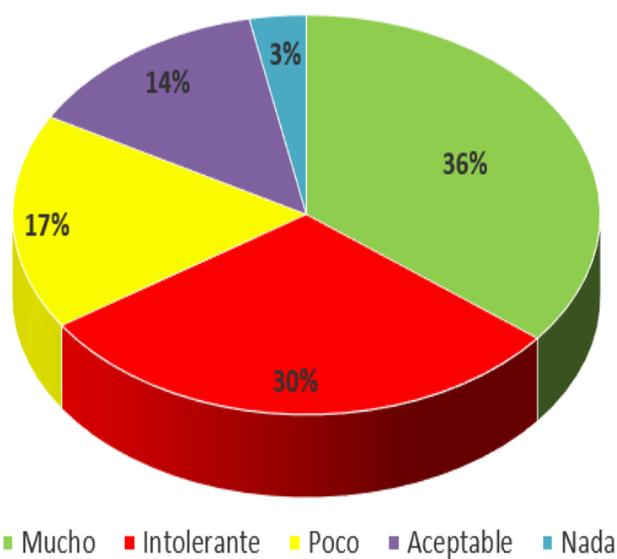


La segunda variable analizada fue la molestia apreciada por contacto con fuente emisora. Como se observa en la tabla 28 y figura 23, se encontró que la molestia es aceptable para el 32% de la población encuestada, para el 27% es poco molesto, para otro 27% es muy molesto, para el 8% es intolerable y tan solo el 6% manifiesta no tener ninguna molestia por contacto con fuentes emisoras de ruido en su sector. Al revisar las frecuencias de la percepción de molestia por ruido al interior de las viviendas, 7,5% de los encuestados considera el ruido intolerante, el 21% muy molesto, y el restante 71,5% lo considera aceptable, poco o nada molesto.

**Tabla 29.** Disminución de concentración mental

Descripción	Ruido distrae actividades diarias	Ruido dificulta la concentración mental	TOTAL Respuesta
Mucho	28	29	57
Intolerante	27	21	48
Poco	13	15	28
Aceptable	9	13	22
Nada	3	2	5
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	

**Figura 24.** Disminución de concentración mental

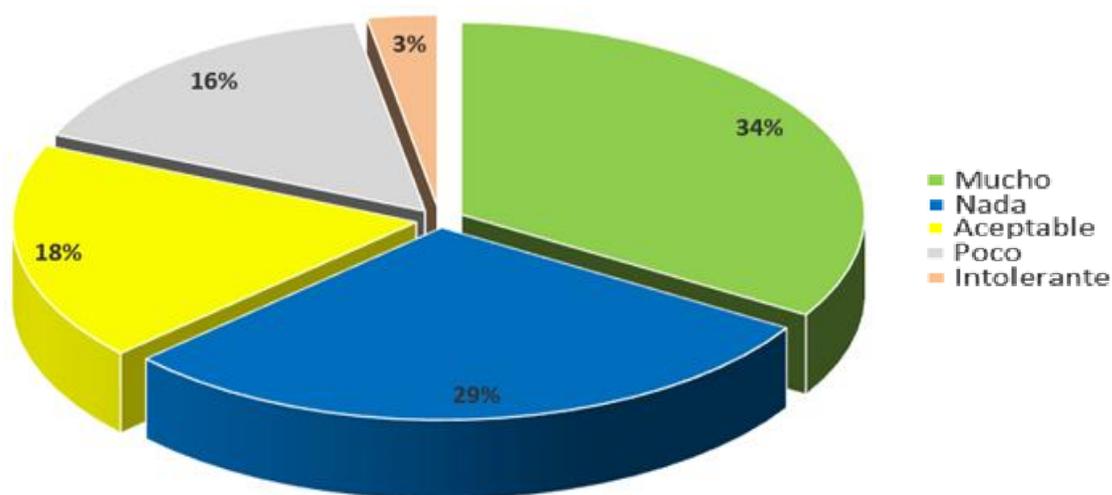


La tercera variable analizada fue la percepción de la comunidad frente a la concentración. Como se observa en la tabla 29 y figura 24, se encontró que la concentración de la comunidad es de inconformidad, presentándose una molestia de mucho para el 36% de la población encuestada, para el 30% es intolerante, para el 17% poco le molesta, para el 14% es aceptable y tan solo el 3% manifiesta no tener ninguna molestia para poderse concentrar por la presencia de ruido en su sector.

**Tabla 30.** Interferencia en la comunicación verbal

Descripción	Requiere elevar tono de voz para sus actividades diarias	Requiere forzar atención del receptor en conversaciones por causa de ruido	El ruido impide escuchar información acústica relevante (megafonía)	TOTAL Respuesta
Mucho	35	22	27	84
Nada	9	34	30	73
Aceptable	31	8	7	46
Poco	9	15	15	39
Intolerante	5	1	1	7
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>240</b>

**Figura 25.** Interferencia en la comunicación verbal



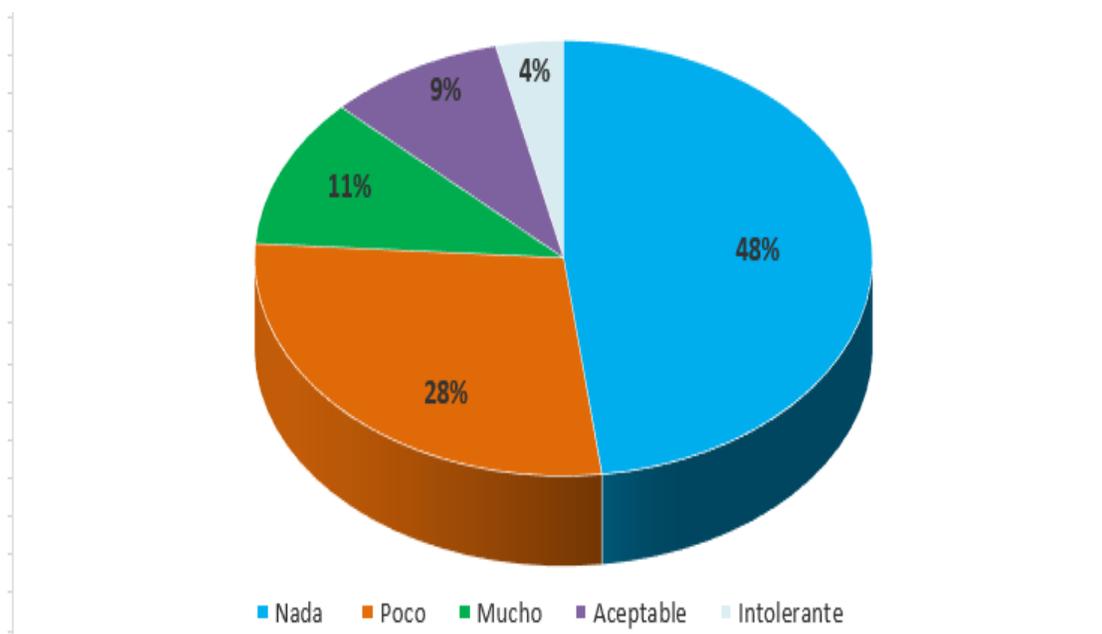
La cuarta variable analizada es la interferencia en la comunicación verbal de la comunidad frente al ruido percibido. Como se observa en la tabla 30 y figura 25, se encontró que la dificultad de comunicación de la comunidad es de un 37% de molestia ya que no se pueden expresar de una forma normal con el interlocutor, presentándose una inconformidad de mucho para el 34% e intolerante con el 3% de la población encuestada, el 29% manifiesta no tener problemas de comunicación, para el 18% es aceptable y al 16% poco le molesta.

**Tabla 31.** Molestia del ruido en el interior de su locación

Molestia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total Respuesta
Nada	1	4	24	30	51	46	56	53	46	53	44	53	461
Poco	16	36	26	34	20	21	16	16	27	22	21	14	269
Mucho	39	21	10	5	5	2	5	6	4	0	5	5	107
Aceptable	19	12	17	11	4	11	2	0	2	3	4	4	89
Intolerante	5	7	3	0	0	0	1	5	1	2	6	4	34
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>960</b>											

1. Automóviles; 2. Transporte público; 3. Industria y talleres; 4. Bodegas/aserraderos; 5. Aviones y helicópteros; 6. Inst. Educativas; 7. Iglesias; 8. Bares y discotecas; 9. Voces exteriores; 10. Animales; 11. Música exterior; 12. Obras construcción

**Figura 26.** Molestia del ruido en el interior de su locación



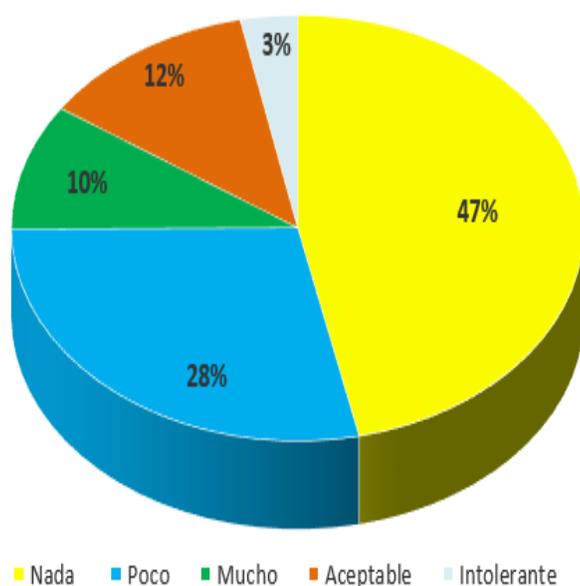
La quinta variable que se analiza es la molestia del ruido en el interior de la vivienda o local de trabajo frente a unos elementos que producen emisiones sonoras y causan molestias a la comunidad con relación al ruido percibido. Como se observa en la tabla 31 y figura 26, se encontró que la comunidad en un 48% manifiesta no tener molestia o afectaciones de ruido generados por los diferentes elementos encuestados, para el 28% poco le molesta, con el 11% la molestia es mucha, para el 9% es aceptable y para el 4% es intolerante. Entre los elementos más representativos que generan malestares son la presencia de iglesias, bares y animales.

**Tabla 32.** Molestia del ruido en el exterior de su locación

Molestia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total Respuesta
Nada	1	4	23	29	52	45	53	50	44	51	44	51	447
Poco	17	36	25	32	20	23	17	16	27	22	22	15	272
Mucho	20	12	18	12	2	7	3	1	3	5	4	5	92
Aceptable	37	20	9	7	6	5	6	7	5	2	6	8	118
Intolerante	5	8	5	0	0	0	1	6	1	0	4	1	31
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>960</b>											

1. Automóviles; 2. Transporte público; 3. Industria y talleres; 4. Bodegas/aserraderos; 5. Aviones y helicópteros; 6. Inst. Educativas; 7. Iglesias; 8. Bares y discotecas; 9. Voces exteriores; 10. Animales; 11. Música exterior; 12. Obras construcción

**Figura 27.** Molestia del ruido en el exterior de su locación

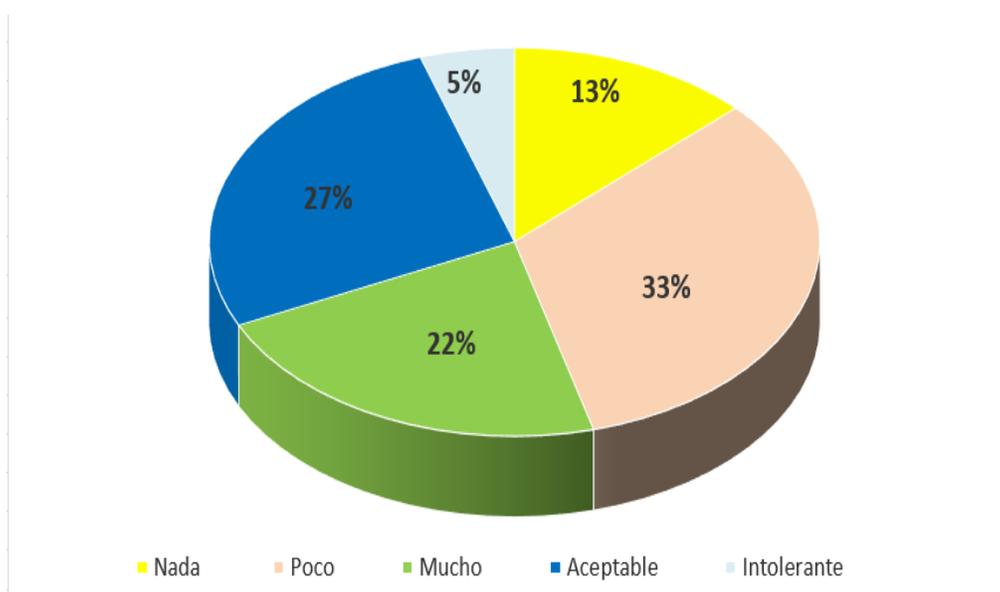


En la sexta variable que se analiza es la molestia del ruido en el exterior de la vivienda o local de trabajo frente a los elementos que producen emisiones sonoras y causan molestias a la comunidad con relación al ruido percibido. Como se observa en la tabla 32 y figura 27, se encontró que la comunidad en un 47% manifiesta no tener molestia o afectaciones de ruido generados por los diferentes elementos encuestados, para el 28% poco le molesta, con el 12% es aceptable, para el 10% la molestia es mucha y para el 3% es intolerante. Entre los elementos más representativos que generan malestares son la presencia de iglesias, aviones, helicópteros y animales.

**Tabla 33.** Molestia del ruido jornada diaria entre semana.

Descripción	Mañana	Tarde	Noche	Total Respuesta
Nada	5	5	21	31
Poco	18	13	48	79
Mucho	31	18	4	53
Aceptable	22	40	3	65
Intolerante	4	4	4	12
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>240</b>

**Figura 28.** Molestia del ruido jornada diaria entre semana.



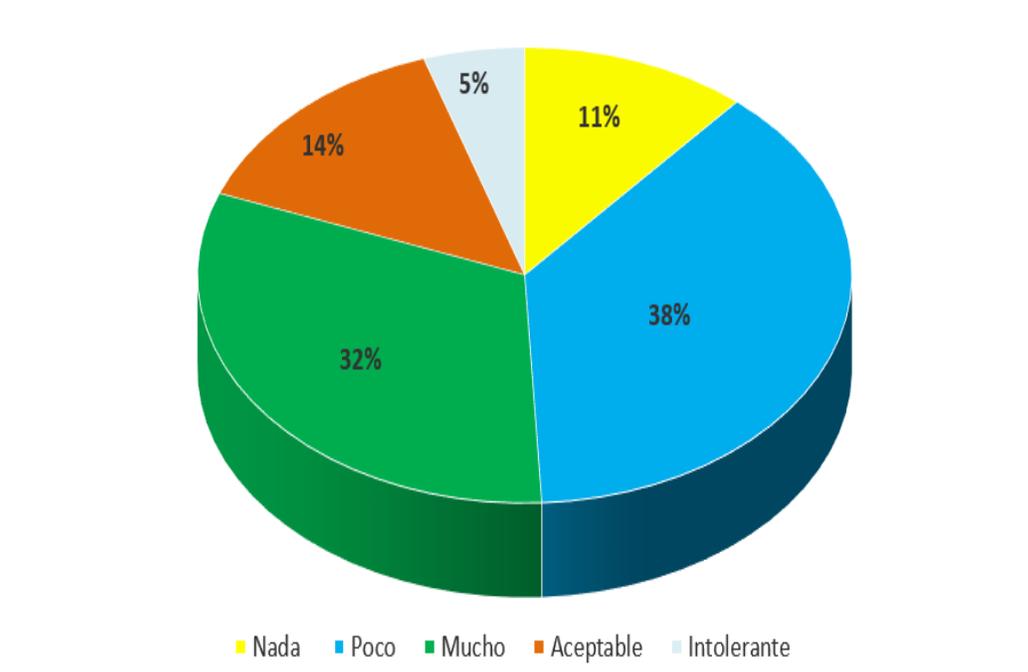
La séptima variable que se analiza es la molestia del ruido en las diferentes jornadas entre semana que percibe la comunidad. Como se observa en la tabla 33 y figura 28, se encontró que la comunidad en un 33% manifiesta tener poca afectación en ninguna de las jornadas entre semana, para el 27% es aceptable, con el 22% es mucho, para el 13% es nada y para el 5% es intolerante.

Al revisar las frecuencias de la percepción de molestia por ruido; la jornada que más presenta un índice alto de inconformidad es la de la tarde y la de menos inconformidad es en la noche.

**Tabla 34.** Molestia del ruido jornada diaria fin de semana.

Descripción	Mañana	Tarde	Noche	Total Respuesta
Nada	4	4	19	27
Poco	19	23	49	91
Mucho	38	33	5	76
Aceptable	14	16	4	34
Intolerante	5	4	3	12
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>240</b>

**Figura 29.** Molestia del ruido jornada diaria fin de semana.



La octava variable que se analiza es la molestia del ruido en las diferentes jornadas para el fin de semana que percibe la comunidad. Como se observa en la tabla 34 y figura 29, se encontró que la comunidad en un 38% manifiesta tener poca afectación en todas las jornadas para el fin de semana, para el 32% es mucho, con el 14% es aceptable, para el 13% es nada y para el 5% es intolerante.

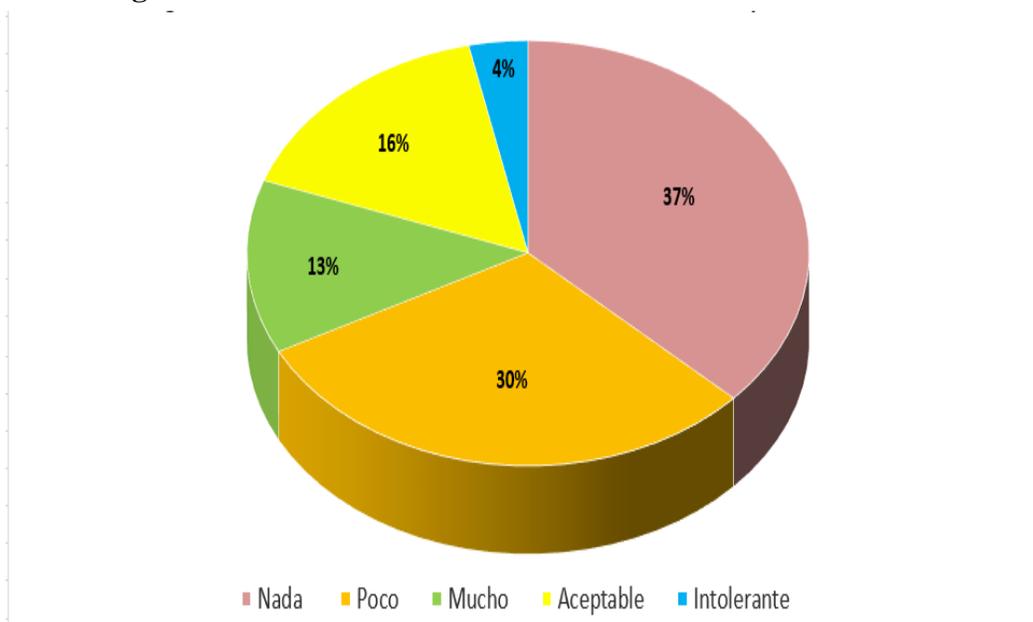
Al revisar las frecuencias de la percepción de molestia por ruido; la jornada que más presenta un índice alto de inconformidad es la de la mañana y la de menos inconformidad es en la noche.

**Tabla 35.** Interferencia del ruido en la realización de actividades.

Descripción	1	2	3	4	5	6	7	Total Respuesta
Nada	1	4	23	29	52	45	53	207
Poco	17	36	25	32	20	23	17	170
Mucho	20	12	18	12	2	7	3	74
Aceptable	37	20	9	7	6	5	6	90
Intolerante	5	8	5	0	0	0	1	19
<b>Total general</b>	<b>80</b>	<b>560</b>						

1. Escuchar radio y TV; 2. Conversar; 3. Estudiar; 4. Leer; 5. Dormir; 6. Comer; 7. Otros

**Figura 30.** Interferencia del ruido en la realización de actividades.



La novena y última variable que se analizan es la interferencia del ruido en la realización de actividades cotidianas en relación al ruido percibido. Como se observa en la tabla 35 y figura 30, se encontró que la comunidad en un 37% manifiesta no tener molestia o afectaciones de ruido para realizar las diferentes actividades, para el 30% poco le molesta, con el 16% la molestia es aceptable, para el 13% es mucha y para el 4% es intolerante.

Al revisar las frecuencias entre las actividades que se perturba en un alto grado es la de escuchar radio y televisión además se dificulta la conversación.

#### **6.6 Apropiación social de los resultados de la investigación en la Comuna 4 de la ciudad de Neiva**

Los resultados obtenidos de la investigación del presente trabajo, será socializado a la comunidad, entorno educativo y autoridades municipal y ambiental; a través de instrumentos documentales y herramientas visuales, donde se describirá en una forma clara y sencilla las diferentes fases que se desarrollaron en el trabajo tanto en oficina como en campo, se describirá el procedimiento y metodología que se llevó a cabo y los resultados obtenidos, todo a través de una presentación de PowerPoint , artículo periodístico en diario regional, un video y el documento tesis.

Con estos instrumentos se busca que la comunidad y autoridades municipales obtenga información confiable y técnica, que les sirva como insumo para la toma de decisiones, y la generación de los programas de descontaminación de ruido.

## 7. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos para la Comuna 4 con respecto a los niveles de ruido ambiental en la jornada diurna se observa que se está incumpliendo la normatividad vigente de la Resolución 627 de 2006, en aproximadamente 2/3 del área de la comuna, resaltándose que esta zona es el microcentro de la ciudad, donde confluye una población flotante y se encuentran dos usos del suelo predominante que son comercial y residencial y que, en algunos casos se mezclan, convirtiéndose en unos misceláneos que el municipio no ha podido delimitar y separar los usos, por lo cual se recomienda una revisión de esta capa temática al POT del municipio; lo que conlleva a que se presente afluencia masiva de vehículos, generando traumatismo y represamiento que colaboran con el incremento sonoro. Para la jornada nocturna el panorama de incumplimiento normativo es casi del 99%, del área de la comuna; contrariamente a que se disminuye el tráfico vehicular y el flujo poblacional, los niveles permisibles no son cumplidos. Pero los datos de los rangos permisibles según los porcentajes y áreas revelan que se están cerca a los límites permitidos para el cumplimiento establecido, por lo cual se recomienda realizar campañas de sensibilización, programas de fortalecimiento de la gestión ambiental local de fiscalización y vigilancia y plan de descontaminación por ruido.

El resultado del análisis multitemporal del ruido en un periodo no continuo (2011-2016-2019) para la comuna cuatro, demostró que en la jornada diurna se presenta un proceso de mejoramiento consecutivo y disminución de los rangos permisibles de ruido, que han ayudado alcanzar los umbrales permitidos por la norma en varios sectores de acuerdo a su uso del suelo, donde se destaca una tendencia de disminución de conflicto por ruido.

Con respecto a la jornada nocturna, es claro que el incumplimiento que se observa en el periodo de análisis es total con aproximadamente solo 1% del área que estaría en los parámetros permisibles de cumplimiento, se ha presentado un estancamiento moderado en los rangos permisible de ruido; de acuerdo a estos resultados se hace preciso adelantar labores inmediatas y de impacto que generen disminución de los rangos permisibles del ruido y se cumpla con los límites establecidos en la norma.

La percepción de la población frente al impacto del ruido ambiental que se encuentra en la Comuna cuatro por estar ubicada en una área especial determinada como microcentro; se identifica que está ocupada en su mayor parte por trabajadores y compradores que solo permanecen en la jornada diurna y un menor porcentaje en la nocturna; se evidencia que a la mayoría de la comunidad nada o poco les molesta el ruido y no es inconveniente para desarrollar sus diferentes actividades diarias; se resalta que los factores y elementos que más contribuyen a la generación y molestia de ruido son la presencia de iglesias, bares y animales; además no se manifiesta que se presenten problemas de salud relacionada a la contaminación auditiva que se presenta en el sector.

Colombia cuenta con la Resolución 627 de 2006 que establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, donde se constituye unos lineamientos y estándares máximos permisibles del nivel de ruido, pero no cuenta con un protocolo y procedimiento que establezca como se deben realizar los mapas de ruido donde se especifique sus parámetros técnicos, limitaciones y procedimientos.

Además, se debería realizar una revisión y actualización de la tabla 2 “Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles db”, en lo que se refiere al límite permisible en la jornada nocturna ya que los extremos están sobredimensionados y se dificulta cumplir a cabalidad la normatividad; por evolución y dinámica continua de varios factores como el aumento del flujo vehicular, el desarrollo urbanístico, incremento poblacional en la ciudad entre otros, que ayudan a la generación de ruido y no permiten estar por debajo de los límites establecidos.

## 8. Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Neiva. (2009). Acuerdo número 026 de 2009 “Por medio del cual se revisa y ajusta el acuerdo No 016 de 2000 que adopta el Plan de ordenamiento Territorial de Neiva. NEIVA.
- Amable Álvarez, Isabel, Méndez Martínez, Jesús, Delgado Pérez, Lenia, Acebo Figueroa, Fernando, de Armas Mestre, Joanna, & Rivero Llop, Marta Lidia. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640-649. Recuperado el 28 de abril del 2019. Disponible en línea en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es).
- Berglund, B.; Lindvall, T.; Schwela, D.; OMS, (1999) Guidelines for community noise. Organización Mundial de la Salud (OMS) Stockholm SE. Recuperado 18 de abril de 2019. Disponible en línea en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>.
- Casas, O. Betancur, C, Montaña, J. 2015. Revisión de la Normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. En: *Entramado*. Enero-Junio, 2015. Vol 11, no 1, p. 264-286. Recuperado el 30 de Abril del 2019. Disponible en línea en: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n1/v11n1a19.pdf>
- 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.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

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, CAM (2011). Niveles de ruido ambiental en la zona microcentro del municipio de Neiva - Huila, consultoría, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Facultad de minas centro nacional de geoestadística (cng), Medellín.

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, CAM (2016). Mapas de ruido ambiental y plan de descontaminación por ruido del municipio de Neiva, consultoría CONINTEGRAL.

Corporación Autónoma Regional de Caldas, CORPOCALDAS (2015). Mediciones de ruido ambiental y elaboración del plan de descontaminación por ruido en Villamaría, Caldas, Bogotá. Recuperado el 27 de abril de 2019. Disponible en línea en: <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Informe%20final%20ruido%20Villamaria-2015%20Reducido.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR (2007). Actualización del mapa de ruido de Girardot, Contrato CAR 589/07. Recuperado el 01 de mayo de 2019. Disponible en línea en: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b32a013443e2.pdf>.

Cuellar, Z., y Díaz, K., y Taborda, Y. (2014). Niveles de ruido ambiental en la Universidad Surcolombiana. Entornos (27), p 26-35. Recuperado el 26 de febrero de 2019, Disponible en línea en: <https://www.journalusco.edu.co/index.php/entornos/article/view/507/958>

Decreto Municipal 0697, Municipio de Neiva. (2017). Artículo 2 Parágrafo 1, estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido, p 6. Recuperado el 25 de abril de 2018. Disponible en línea en: <http://www.neiva.gov.co/Gestion/Normatividad/Decreto%200697%20de%202017.PDF>.

Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente, DAGMA (2014). Mapa de ruido de la ciudad de Santiago de Cali 2010-2014. Resolución 0627 del 2006. Marco Normativo p. 29,30.

Departamento Administrativo del Medio Ambiente, DAMA (Sin fecha). Información general sobre la problemática del ruido. Recuperado el 1 de marzo del 2019. Disponible en línea en: <http://ambientebogota.gov.co/ruido>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2005). Información estadística proyecciones de población municipal. Disponible en línea en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06\\_20/ProyeccionMunicipios2005\\_2020.xls](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/ProyeccionMunicipios2005_2020.xls).

Guerrero, C., Osorio, A y Polonia, M. (2016). Determinación de los niveles de ruido y sus efectos en ocho barrios de la comuna uno de la ciudad de Neiva-Huila, trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero ambiental. Universidad Corhuila, Neiva.

Hernández, D. (2010). Cómo calcular el tamaño de la muestra. Recuperado el 20 de enero de 2019, Disponible en línea en: <https://www.youtube.com/watch?v=Y0XLJnGbFQs>.

Ley 37 (2003). Legislación Consolidada. BOE-A-2003-20976. España. Recuperado el 28 de abril de 2019. Disponible en línea en: <https://boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-20976-consolidado.pdf>.

López, M. (2006). Capítulo 50. Regulación legal del ruido en España y Japón. Universidad de Granada. España. Recuperado el 27 de Abril de 2019. Disponible en línea en: <http://www.ugr.es/~feiap/ceiap1/ceiap/capitulos/capitulo50.pdf>

Martínez, S. A. (2005). Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica, artículo revista de economía y administración; Universidad Autónoma de Occidente.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT (2006). Resolución 0627 de 7 de abril de 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”, Bogotá, Colombia, p. 30.

Muriel, C., 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.

Norma Técnica Colombiana NTC 2272. (1998) Acústica. Método para la medición de la protección real del oído brindada por los protectores auditivos y medición de la atenuación física de las orejeras. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Norma Técnica Colombiana NTC 3437. (1992) Ruido emitido por maquinaria y equipo. Pautas para la preparación de códigos de ensayo de ingeniería que requieren mediciones de ruido en la posición del operador del espectador. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Norma Técnica Colombiana NTC 4945. (2001) Acústica. Medición del aislamiento acústico

en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5. Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Norma Técnica Colombiana NTC 5040. (2002) Acústica. Directrices para el control de ruido por medio de silenciadores. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2002.

Norma Técnica Colombiana NTC 3321. (2003) Acústica. Determinación de la exposición al ruido ocupacional y estimación del deterioro de la audición inducido por el ruido. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Olaya, C., González, A y Flores, M. (2016). Mediciones de los niveles de ruido ambiental en la comuna tres Neiva-Huila, trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero ambiental. Universidad Corhuila, Neiva.

Párraga, M; García T. (2005). El ruido y el diseño de un ambiente acústico Industrial Data, vol. 8, núm. 2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. Recuperado el 01 de mayo del 2019. Disponible en línea en: <http://www.redalyc.org/pdf/816/81680213.pdf>.

Perea, X. y Marín, E. (2014). Percepción del Ruido por parte de habitantes del barrio gran limonar de la comuna 17 en la ciudad de Cali. Trabajo de grado presentado para optar el título de ingenieros sanitarios y ambientales. Recuperado el 26 de abril 2019. Disponible en línea en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7747/1/3754-0446435.pdf>.

Polanco, A. (2013). Impacto ambiental de la contaminación generada por el ruido en la Estación Central de Policía del municipio de Neiva y zona periférica, trabajo de grado

- presentado para optar al título de Ingeniero ambiental. Universidad Corhuila, Neiva.
- Quintero, J. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. ISSN: 0124-5821, Núm. 36, Mayo – agosto 2012. Recuperado el 1 de Mayo del 2019. Disponible en línea en: <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194224431015.pdf>.
- Ramírez, J., García, L y Mosquera, A. (2016). Determinación de los niveles de ruido y sus efectos en ocho barrios de la comuna uno de la ciudad de Neiva-Huila, trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero ambiental. Universidad Corhuila, Neiva.
- Rodríguez Manzo, F. (2015). Ruido ambiental, comunicación y normatividad en la Ciudad de México. Razón y Palabra, 19 (91). Recuperado el 28 de abril de 2019. Disponible en línea en: <http://www.redalyc.org/html/1995/199541387021/>
- Sánchez, G. S. (2007). Efectos de la contaminación acústica sobre la salud, artículo revista salud ambiental. Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.
- Tapur, M., y Salinas, C. (2016). Medición de los niveles de ruido ambiental en la comuna tres de Neiva-Huila, trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero ambiental. Universidad Corhuila, Neiva.
- Villatoro. M., Henríquez, C y Sancho, F. (2008). Comparación de los interpoladores IDW y Kriging en la variación espacial del PH, CA, CICE y P del suelo. Recuperado el 24 de abril de 2019. Disponible en línea en: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/13843/6773-9341-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

## **ANEXOS**