



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 18 de Junio de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

FREDY MEDINA ARCE con C.C. No. 7685185 ,

MARTHA XIMENA NINCO CASTAÑEDA con C.C. No. ___36347195___,

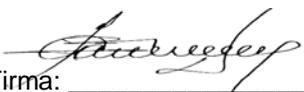
Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DEL SONIDO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CORREDOR VIAL DEL TRAMO NORTE- TERMINAL DEL SUR EN LA CIUDAD DE NEIVA presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental; 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:

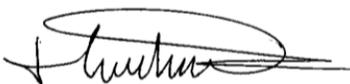
- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con 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.

FREDY MEDINA ARCE :

MARTHA XIMENA NINCO CASTAÑEDA:

Firma: 

Firma: 

Vigilada Mineducación



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DEL SONIDO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CORREDOR VIAL DEL TRAMO NORTE- TERMINAL DEL SUR EN LA CIUDAD DE NEIVA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
MEDINA ARCE	FREDY
NINCO CASTAÑEDA	MARTHA XIMENA

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

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

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
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:** 106

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. Consolidado de encuestas
- Anexo B. Cartera de campo medición diurna
- Anexo C. Cartera de campo medición nocturna
- Anexo D. cartera de campo transporte público
- Anexo E. cartera de campo punto especial La Caquetefia
- Anexo F. cartera de campo punto especial El Ayer
- Anexo G. Registro fotográfico monitoreo de presión sonora diurno
- Anexo H. Registro fotográfico monitoreo de presión sonora nocturno
- Anexo I. registro fotográfico monitoreo de presión sonora transporte público
- Anexo J. Plano 1: Mapa de ruido ambiental horario diurno
- Anexo K. Plano 2: Mapa de conflicto de ruido ambiental horario diurno
- Anexo L. Plano 3: Mapa de ruido ambiental horario nocturno
- Anexo M. Plano 4. Mapa de conflicto de ruido ambiental horario nocturno
- Anexo N. Plano 5: Mapa de comparación gráfica de niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006

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

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Mapa de Ruido	Noise Map	6. Contaminación	Pollution
2. Presión sonora	sound pressure		
3. Corredor vial	Road corridor		
4. Fuente Emisora	Emitting Source		
5. Resolución 0627 2006	Resolution 0627 2006		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El presente trabajo de grado se trata de una investigación aplicada, encaminada a realizar un diagnóstico de la situación de emisión de ruido ambiental en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur en la ciudad de Neiva, como estrategia de gestión del ruido ambiental, para lo cual, se establecen para su desarrollo tres productos, los cuales son, la determinación de la presión sonora en el área de estudio, el establecimiento de la percepción de la intensidad de los niveles de ruido en la comunidad circundante y finalmente se realiza una comparación de los datos de las mediciones de presión sonora registradas contra los valores establecidos en la Resolución 627 del 2006 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT, ahora Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS.

Para dar alcance a las metas y objetivos propuesto, se definieron 4 fases, en la primera llamada



fase preliminar se determinò el instrumento de muestreo, tamaño de la muestra y la selección de los puntos de muestreos; en la segunda fase o de campo se adelantò la aplicación de las encuestas y captura de datos con la cartera de campo; luego, en la fase 3 se realizò los análisis de datos y la elaboración de los mapas de ruido y finalmente en la fase de socialización se divulga el resultado productos de la investigación adelantada.

Lo anterior, es teniendo en cuenta lo señalado por Hunashal y Patil (2012), quienes argumentan, que la contaminación acústica, en los últimos años, ha sido reconocida como una de las principales inquietudes que afectan la calidad de vida en las zonas urbanas de todo el mundo.

De igual forma, según lo indicado por Zannin y Sant'Ana, en los países económicamente en desarrollo, los niveles crecientes de contaminación acústica están asociados con el crecimiento acelerado de las ciudades y la creciente circulación de vehículos automotores. Los desarrollos a gran escala, como la creciente mecanización, la movilidad y la urbanización, una tendencia cada vez mayor de la población mundial expuesta a los niveles de ruido cotidianos se consideran potencialmente dañinos (Vladimir & Madalina, 2019).

Finalmente, con la divulgación de los resultados de la investigación, se espera sean tenidos como instrumento de planificación o gestión del ruido por parte de los tomadores de decisiones del municipio, y de instrumento de consulta por la colectividad académica y comunidad circundante del área de investigación.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The present work of degree is about an applied investigation, directed to make a diagnosis of the situation of emission of environmental noise in the road corridor of the north-terminal section of the south in the city of Neiva, as a strategy of environmental noise management, for which, three products are established for its development, which are, the determination of the sound pressure in the study area, the establishment of the perception of the intensity of the noise levels in the surrounding community and finally a comparison of the data of the recorded sound pressure measurements against the values established in Resolution 627 of 2006 issued by the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development-MAVDT, now Ministry of Environment and Sustainable Development-MADS.

To reach the proposed goals and objectives, 4 phases were defined, in the first so-called preliminary phase the sampling instrument, sample size and the selection of the sampling points was determined; in the second phase or in the field the application of the surveys and data capture with the field portfolio was advanced; then, in phase 3, the data analysis and the elaboration of the noise maps were carried out and finally, in the socialization phase, the results of the advanced research were disclosed.

The foregoing is taking into account the points made by Hunashal and Patil (2012), who argue that noise pollution, in recent years, has been recognized as one of the main concerns that affect the quality of life in urban areas. all the world.

Similarly, as indicated by Zannin and Sant'Ana, in the economically developing countries, increasing levels of noise pollution are associated with the accelerated growth of cities and the growing circulation of motor vehicles. Large-scale developments, such as increasing mechanization, mobility and urbanization, a growing trend of the world population exposed to daily noise levels are considered potentially harmful (Vladimir & Madalina, 2019).

Finally, with the dissemination of the results of the research, it is expected to be considered as an



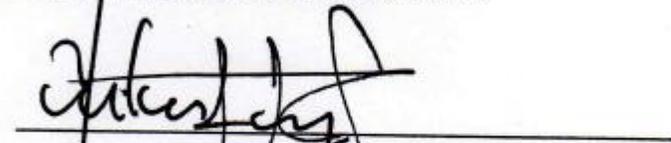
instrument for noise planning or management by the decision-makers of the municipality, and as an instrument of consultation by the academic community and the surrounding community of the research area.

APROBACION DE LA TESIS

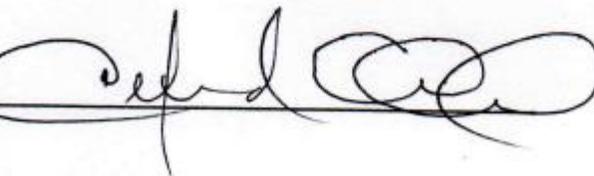
Nombre Presidente Jurado: Dr. ALFREDO OLAYA AMAYA

Firma: 

Nombre Jurado: Dr. ALFREDO OLAYA AMAYA

Firma: 

Nombre Jurado: MSc. NÉSTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA

Firma: 



Evaluación de los niveles del sonido en el área de influencia del corredor vial del tramo norteterminal del sur en la ciudad de Neiva

Fredy Medina Arce
Martha Ximena Ninco Castañeda

Universidad Surcolombiana
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental
Neiva
2019



Evaluación de los niveles del sonido en el área de influencia del corredor vial del tramo norteterminal del sur en la ciudad de Neiva

Fredy Medina Arce
Martha Ximena Ninco Castañeda

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

Director
Jennifer Katusca Castro Camacho MSc.
Ingeniero Agrícola

Universidad Surcolombiana
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental
Neiva
2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

PhD. Alfredo Olaya Amaya
JURADO

MSc. Néstor Enrique Cerquera Peña
JURADO

MSc. Jennifer Katusca Castro Camacho
DIRECTORA

Neiva, mayo de 2019

Dedicatoria

A mis padres, Olga María y José Fabio, mis hermanos Luz Miriam, Luz Dary, Yineth, Fabio y a mis sobrinos, el equilibrio en mi vida, siempre presentes en mi mente y corazón.

Fredy Medina Arce

A ti señor Jesucristo, por guiarme y ofrecerme la sabiduría que me llevó perseverar en mis objetivos y señor de mi vida, a mis padres por sus enseñanzas y dedicaciones, por convertirme la persona en la que soy ahora y a mi Hijo por ser el motor y el amor de mi vida.

Martha Ximena Ninco Castañeda

Agradecimientos

A mis amigos de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM: Diana Carolina Alarcón, Edna Lized Pastrana, Albeiro Cortez, Fredy Alberto Anturí, John Fredy Estupiñan, William Enrique Pinto, Miller Cortes y de manera especial al ingeniero Carlos Alberto Cuellar Medina, Director General de la CAM, por el apoyo prestado.

A mi compañera de trabajo de grado, Martha Ximena por su dedicación y apoyo en el desarrollo de este proyecto de investigación.

Y el más importante de los agradecimientos al final del día es para Dios y a mi Virgen de Aránzazu por orientar mis pasos, el de permitirme alcanzar esta meta en mi vida y de hacer nuevos amigos.

Fredy Medina Arce

A mis Padres Roberto Ninco Lizcano y Maria Miryan Castañeda Guaraca por el apoyo brindado durante todo este proceso.

A mi compañero de trabajo de grado Fredy Medina Arce por su apoyo en el proceso del proyecto de investigación.

A la Maestria de Ingenieria y Gestion Ambiental, a mis maestros que me brindaron su conocimiento necesario y a mi tutora por guiarme exitosamente en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

A Dios por ser la razón de mi existencia, guía de todos mis sueños, proyectos y refugio de mi alma.

Martha Ximena Ninco Castañeda

Resumen

El presente trabajo de grado se trata de una investigación aplicada, encaminada a realizar un diagnóstico de la situación de emisión de ruido ambiental en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur en la ciudad de Neiva, como estrategia de gestión del ruido ambiental, para lo cual, se establecen para su desarrollo tres productos, los cuales son, la determinación de la presión sonora en el área de estudio, el establecimiento de la percepción de la intensidad de los niveles de ruido en la comunidad circundante y finalmente se realiza una comparación de los datos de las mediciones de presión sonora registradas contra los valores establecidos en la Resolución 627 del 2006 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT, ahora Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS.

Para dar alcance a las metas y objetivos propuesto, se definieron 4 fases, en la primera llamada fase preliminar se determinò el instrumento de muestreo, tamaño de la muestra y la selección de los puntos de muestreos; en la segunda fase o de campo se adelantò la aplicación de las encuestas y captura de datos con la cartera de campo; luego, en la fase 3 se realizò los análisis de datos y la elaboración de los mapas de ruido y finalmente en la fase de socialización se divulga el resultado productos de la investigación adelantada.

Lo anterior, es teniendo en cuenta lo señalado por Hunashal y Patil (2012), quienes argumentan, que la contaminación acústica, en los últimos años, ha sido reconocida como una de las principales inquietudes que afectan la calidad de vida en las zonas urbanas de todo el mundo.

De igual forma, según lo indicado por Zannin y Sant'Ana, en los países económicamente en desarrollo, los niveles crecientes de contaminación acústica están asociados con el crecimiento acelerado de las ciudades y la creciente circulación de vehículos automotores. Los desarrollos a gran escala, como la creciente mecanización, la movilidad y la urbanización, una tendencia cada vez mayor de la población mundial expuesta a los niveles de ruido cotidianos se consideran potencialmente dañinos (Vladimir & Madalina, 2019).

Finalmente, con la divulgación de los resultados de la investigación, se espera sean tenidos como instrumento de planificación o gestión del ruido por parte de los tomadores de decisiones del municipio, y de instrumento de consulta por la colectividad académica y comunidad circundante del área de investigación.

Palabras clave: presión sonora, fuente emisora, mapa de ruido.

Abstract

The present work of degree is about an applied investigation, directed to make a diagnosis of the situation of emission of environmental noise in the road corridor of the north-terminal section of the south in the city of Neiva, as a strategy of environmental noise management, for which, three products are established for its development, which are, the determination of the sound pressure in the study area, the establishment of the perception of the intensity of the noise levels in the surrounding community and finally a comparison of the data of the recorded sound pressure measurements against the values established in Resolution 627 of 2006 issued by the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development-MAVDT, now Ministry of Environment and Sustainable Development-MADS.

To reach the proposed goals and objectives, 4 phases were defined, in the first so-called preliminary phase the sampling instrument, sample size and the selection of the sampling points was determined; in the second phase or in the field the application of the surveys and data capture with the field portfolio was advanced; then, in phase 3, the data analysis and the elaboration of the noise maps were carried out and finally, in the socialization phase, the results of the advanced research were disclosed.

The foregoing is taking into account the points made by Hunashal and Patil (2012), who argue that noise pollution, in recent years, has been recognized as one of the main concerns that affect the quality of life in urban areas. all the world.

Similarly, as indicated by Zannin and Sant'Ana, in the economically developing countries, increasing levels of noise pollution are associated with the accelerated growth of cities and the growing circulation of motor vehicles. Large-scale developments, such as increasing mechanization, mobility and urbanization, a growing trend of the world population exposed to daily noise levels are considered potentially harmful (Vladimir & Madalina, 2019).

Finally, with the dissemination of the results of the research, it is expected to be considered as an instrument for noise planning or management by the decision-makers of the municipality, and as an instrument of consultation by the academic community and the surrounding community of the research area.

Key words: sound pressure, emitting source, noise map.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1	1
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema	2
3. Objetivos	7
3.1 Objetivo general	7
3.1 Objetivos específicos	7
Capítulo 2	8
1. Marco teórico	8
1.1 Ruido	8
1.1.1 Características del sonido	8
1.1.2 Tipos de ruido	9
1.1.3 Medición del ruido	9
1.2 Presión sonora	11
1.2.1 Unidades de medida	11
1.3 La audición	12
1.3.1 Características de la audición respuesta auditiva	12
1.3.2 Sonoridad	12
1.3.3 Enmascaramiento	13

1.4 Tipos de pérdidas	13
1.5.1 Respuesta auditiva	14
1.5.2 El umbral de audición	15
1.5.3 El umbral de malestar	15
2. Marco legal	18
2.1 Normatividad Vigente en Colombia	18
2.2 Normatividad vigente internacional	22
3.Marco contextual	23
3.1 Generalidades del municipio de Neiva	23
4. Antecedentes de estudios	24
4.1 Internacional	24
4.2 Nacional	26
4.3 Municipal Neiva	27
5. Metodología	30
5.1 Definición del área de medición	31
5.1.2 Elaboración del instrumento	32
5.1.3 Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento	32
5.1.4 Determinación de puntos de medición	33
5.1.5 Horarios y cantidad de mediciones	35
5.2 Fase de campo	35
5.2.1 Monitoreo en los puntos seleccionado del tramo vial	36
5.2.2 Cartera de campo	36
5.3 Casos especiales	38

5.4 Fase de análisis de la información recolectada	40
5.4.1 Validez y consistencia del instrumento	40
5.4.2 Análisis estadístico	41
5.4.3 Otros cálculos necesarios asociados a ruido	41
5.5. Elaboración de mapas de ruido	44
Capítulo 3	45
1. Resultados y análisis	45
1.1 Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado a, LAeq,t (db), jornada diurna día ordinario.	45
1.2 Puntos especiales	66
1.2.1 La Caqueteña	66
1.2.1.2 Evaluación Impacto ambiental generado en el punto especial “La Caqueteña”	67
1.2.2. El Ayer	69
1.2.2.1 Evaluación impacto ambiental generado en el punto especial “El Ayer”	69
1.3 Instrumento de percepción de la intensidad de los niveles de ruido en la comunidad circundante.	71
2. Conclusiones	77
3. Recomendaciones	78
4. Referencias	79
Anexos	83

Lista de tablas

Tabla 1. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos _____	16
Tabla 2. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles dB(A) _____	21
Tabla 3. Niveles de presión sonora permitidos a nivel internacional de acuerdo con la sectorización _____	25
Tabla 4. Puntos de medición _____	34
Tabla 5. Cartera de campo _____	37
Tabla 6. Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física _____	37
Tabla 7. Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo _____	39
Tabla 8. Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo	39
Tabla 9. Valores de criterio de confiabilidad _____	41
Tabla 10. Importancia del impacto _____	43
Tabla 11. Impacto ambiental generado en el punto de muestreo _____	43
Tabla 12. Muestra de medición de la presión sonora punto _____	45
Tabla 13. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T (dB), jornada diurna día ordinario _____	46
Tabla 14. Comparación de niveles de presión sonora calculados con la jornada diurna vs estándares máximos permisibles resolución 627 del 2006. _____	49
Tabla 15. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,t (db), jornada nocturna, día ordinario _____	53
Tabla 16. Comparación de niveles de presión sonora calculados con la jornada nocturna vs estándares máximos permisibles resolución 627 del 2006 _____	57

Tabla 17. Diferencia sonora en jornada diurna y nocturna _____	61
Tabla 18. Mediciones del punto especial La Caqueteña _____	66
Tabla 19. Evaluación impacto ambiental generado en el punto especial “La Caqueteña” _____	67
Tabla 20 . Mediciones del punto especial El Ayer _____	69
Tabla 21. Evaluación del impacto ambiental del “El Ayer” _____	70
Tabla 22. Grado de percepción _____	72

Lista de figuras

Figura 1. Efectos del ruido _____	14
Figura 2. Niveles del ruido ambiental en la zona microcentro de Neiva _____	28
Figura 3. Ubicación de zonas de ruido ambiental _____	29
Figura 4. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$ (dB), jornada diurna día ordinario _____	48
Figura 5 Conflicto de ruido ambiental horario diurno _____	51
Figura 6. Comparación gráfica de niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006 en la jornada diurna _____	52
Figura 7. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$ (dB), jornada nocturna ,día ordinario _____	56
Figura 8 Conflicto de ruido ambiental horario nocturno _____	59
Figura 9. Comparación gráfica de niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006 en la jornada nocturna _____	60
Figura 10. Presión sonora al interior de vehículo de transporte _____	65
Figura 11. Mediciones reales dB punto especial "La Caqueteña" _____	68
Figura 12. Mediciones reales dB punto especial "El Ayer" _____	70
Figura 13. Evaluación de la percepción de los niveles de presión sonora _____	72
Figura 14. Evaluación del grado de afectación de los niveles de presión sonora _____	73
Figura 15. Fuentes de ruido y su afectación en actividades cotidianas _____	74
Figura 16. Afectación en actividades cotidianas según jornada _____	75
Figura 17. Afectación del ruido del barrio en actividades diarias _____	76

Lista de anexos

Anexo A. Consolidado de encuestas

Anexo B. Cartera de campo medición diurna

Anexo C. Cartera de campo medición nocturna

Anexo D. cartera de campo transporte público

Anexo E. cartera de campo punto especial La Caqueteña

Anexo F. cartera de campo punto especial El Ayer

Anexo G. Registro fotográfico monitoreo de presión sonora diurno

Anexo H. Registro fotográfico monitoreo de presión sonora nocturno

Anexo I. registro fotográfico monitoreo de presión sonora transporte público

Anexo J. Plano 1: Mapa de ruido ambiental horario diurno

Anexo K. Plano 2: Mapa de conflicto de ruido ambiental horario diurno

Anexo L. Plano 3: Mapa de ruido ambiental horario nocturno

Anexo M. Plano 4. Mapa de conflicto de ruido ambiental horario nocturno

Anexo N. Plano 5: Mapa de comparación gráfica de niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006

Capítulo 1

1.Introducción

El ruido vehicular constituye la principal fuente emisora de este contaminante en las ciudades, producto de la necesidad de movilización diaria de millones de personas a las escuelas o al trabajo, además de los requerimientos de transporte del sistema industrial, comercial, de servicios y administrativo (Ramirez & García , 2016).

Las carreteras más transitadas registran niveles de presión sonora de 75 a 80 dB (A) durante las 24 horas, el ruido del tránsito está determinado por una serie de factores a) el ruido de los vehículos individuales; b) el flujo vehicular; c) La composición del tránsito; d) la pendiente de la vía; e) el tipo de perfil.

Un segundo grupo de objetos en el ámbito acústico, denominas «fuentes fijas», aquellas relacionadas con la industria, talleres, centros de recreación entre otros (Yepes, Gómez, Sánchez, & Jaramillo, 2009).

Según estudios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que el individuo expuesto a ruido urbano, puede manifestar patrones de inadaptación psicofisiológicas con repercusiones neurosensoriales, endocrinas, vasculares y digestivas; también son causa de trastornos del equilibrio, sensación de malestar y fatiga psicofisiológica, que pueden alterar los niveles de rendimiento (Ortega & Cardona, 2005) .

Según datos de la secretaría de movilidad de Neiva para el año 2016, el parque automotor del municipio contaba con 32.477 vehículos particulares, 20.850 motos registradas en el municipio,

710 colectivos y 2.196, datos que no registran vehículos flotantes o que están de tránsito por la ciudad y además información de la alcaldía de Neiva en su portal web, indica que el municipio tiene una población censal DANE proyectada para el 2018 de 347.501 habitantes por lo cual es necesario adelantar los mapas de ruido ambiental conforme lo establece el artículo 22 de la Resolución 0627 de 2006 del MADS.

Con fundamento en lo anterior y a lo señalado párrafo segundo del artículo 9 de la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 del MADS, el presente estudio monitorea la presión sonora del corredor vial del tramo norte-terminal del sur, los cuales para su realización se establecieron 16 puntos con una distancia entre 400 a 500mt en cada punto, en jornada diurna y nocturna, acompañado de encuestas realizadas en el corredor vial.

Para que permita a los tomadores de decisiones en el ordenamiento urbanístico del municipio, la decisión del uso del suelo y determinación de áreas de sensibilidad acústica y la adopción de medidas de mitigación o correctivas en áreas que presente afectación por encima de los niveles establecidos en la resolución 627 de 2006 del MADS.

2. Planteamiento del problema

A nivel mundial la contaminación sonora es uno de los mayores problemas que aqueja a la población residente en las áreas urbanas, ya que estudios indican que el exceso de sonido puede traer consecuencias psicológicas, físicas (pérdida de audición), sociales y económicas tales como malestar, estrés, trastorno del sueño, pérdida de valor de los inmuebles baja productividad entre otros.

Se encuentran reportes en diferentes investigaciones que la contaminación sonora es una problemática de interés público y mundial, para citar algunos casos se encuentran los realizados en la ciudad de Kolhapur (India), el estudio destaca la evaluación y el análisis de los índices de contaminación acústica por zonas; esta ciudad es una sede del distrito en el estado de Maharashtra (es una de las antiguas ciudades de la India) la cual está emergiendo rápidamente como ciudad industrializada y urbanizada después de Mumbai y Pune, abundantes recursos naturales y carreteras de primera clase y red ferroviaria son algunas de las características clave de Kolhapur; Además de ser un lugar histórico y religioso, Kolhapur presenta un gran número de instituciones educativas de renombre seguido de un aumento de la población y por tanto de tráfico vehicular conllevando a que la ciudad comience a enfrentar problemas de contaminación acústica, (Hunashal & Patil, 2012); otro estudio realizado aunque también incluye la contaminación del aire, se realiza en la ciudad de Londres, el cual evalúa las asociaciones independientes y conjuntas de la contaminación del aire y el ruido relacionada con el tráfico y la presión arterial materna y los trastornos de embarazo hipertensivos (Sears *et al.*, 2018).

El ruido se define como todo agente físico que estimula el sentido del oído, es pues así que este puede ser calificado como molesto o desagradable, por tanto lo que es música para una persona, puede ser calificado como ruido para otra, es decir ruido es todo sonido percibido no deseado por el receptor, sin embargo los niveles de exposición al ruido puede causar pérdida de audición principalmente, además de otras implicaciones descritas anteriormente; la Resolución 627 del 2006 establece los estándares permisibles de niveles de emisión de ruido de acuerdo a determinados sectores, conllevando a realizar mediciones y planes de acción por parte de las autoridades competentes.

El problema de la exposición al ruido del tráfico está aumentando rápidamente y está estrechamente relacionado con el rápido proceso de urbanización que tiene lugar en todo el mundo. Hoy en día, el 54% de la población mundial vive en áreas urbanas, una proporción que se espera que aumente al 66% para el año 2050 (Margaritis & Kang, 2017); en Colombia esta situación no es desconocida, ya que de acuerdo con el contrato 589 de 2007 para elaborar el Mapa de Ruido del municipio de Girardot (Cundinamarca) suscrito por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR en el 2007, identifica estudios que se han realizado a la fecha:

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

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

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

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

-En Villavicencio el tráfico vehicular, el perifoneo y el uso de alto parlantes y la venta de rifa en esquinas unido a la música en discotecas, bares, estaderos, cafeterías, promociones comerciales

en almacenes con altoparlantes y equipos de construcción entre otras son las principales fuentes de contaminación sonora.

-En la zona de Tuluá la Corporación del Valle del Cauca – CVC, realizó un diagnóstico y zonificación de la contaminación por ruido ambiental, concluyendo que ninguna zona receptora del área urbana daba cumplimiento a la Resolución 8321 de 1983.

-En Cali, el ruido es uno de los principales problemas de contaminación ambiental, entre el 60% y el 70% de los establecimientos superan los decibeles permitidos, los pitos de automotores incrementan la perturbación.

-En la ciudad de Bogotá, para la fecha solo 4 de las 19 localidades no presentaban contaminación por ruido. En el periodo diurno la zona residencial, comercial e industrial presentaban los siguientes promedios de emisión de ruido 68, 76 y 70 dB Leq respectivamente, mientras que en el horario nocturno la zona residencial registraba 38 dB, la zona comercial 42 y la zona industrial 45 dB Leq. La capital del Huila no es ajena a esta problemática, ya que es una ciudad en desarrollo que presenta un incremento en población con más de 100.000 habitantes y por tanto de acuerdo con la Resolución 627 del 2006 del MADS, en su artículo 22 consagra la “Obligatoriedad de la realización de mapas de ruido. Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores de cien mil (100.000) habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias”; ante esta aclaración las autoridades ambientales de acuerdo a su jurisdicción realizan mapas de ruidos a

nivel nacional y en lo que compete al Huila, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM ha elaborado diversos estudios entre los que tenemos, en el 2011, en convenio con la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, realizó el estudio de niveles de ruido ambiental en la zona de microcentro en el municipio de Neiva, detectando que en el área de estudio el ruido promedio en el día es 71 dB (A) y en la noche es de 65 dB(A) (Sanchez & Rios, 2011).

Recientemente, en el 2017 se realizó un estudio en áreas críticas prioritarias en la ciudad de Neiva como son para citar algunas en zonas donde hay un desarrollo económico, en zonas críticas y de riesgo con relación al consumo de sustancias psicoactivas legales: alcohol, y en Avenida Tenerife-Chapinero entre otros (Sánchez & Rios, 2011); además de los estudios elaborados por la autoridad ambiental CAM (Amaya et al., 2017).

También se evidencian interés por parte de las entidades universitarias del Huila en el monitoreo de niveles de ruido en diferentes zonas en la ciudad de Neiva entre los que tenemos los realizados por la universidad Corhuila como son: “Medición de los niveles de ruido ambiental en la Comuna Tres de Neiva (Olaya & Gonzalez, 2016)”, Impacto ambiental de la contaminación generada por el ruido en la estación central de policía del municipio de Neiva y zona periférica (German & Santillán, 2006) entre otros.

Considerando que no existe un estudio de presión sonora para el corredor vial del tramo norte-terminal del sur en la ciudad de Neiva, es necesario elaborar un estudio para este importante corredor de movilidad del municipio que presenta alta congestión vehicular, a partir de la siguiente pregunta de investigación: **¿CUÁLES SON LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN EL**

AREA DE INFLUENCIA DEL CORREDOR VIAL DEL TRAMO NORTE-TERMINAL DEL SUR EN LA CIUDAD DE NEIVA?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar los niveles de presión sonora en el área de influencia del corredor vial del tramo norte-terminal del sur en la ciudad de Neiva como estrategia de gestión de ruido.

3.1 Objetivos específicos

- 1) Determinar la presión sonora en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur.
- 2) Establecer la percepción de la intensidad de los niveles de ruido en la comunidad circundante.
- 3) Comparar las mediciones de presión sonora con lo establecido en la resolución 627 del 2006.

Capítulo 2

1. Marco teórico

1.1 Ruido

Dos definiciones de ruido se refiere al sonido discordante que resulta de las vibraciones no periódicas en el aire o, más comúnmente, el sonido no deseado (Sánchez, López-Mosquera, Lera-López, & Faulin, 2018). Sin embargo, atrae respuestas emocionales en niveles conscientes y subconscientes como son molestia, despierta, enoja, distrae, frustra y crea tensiones que resultan en problemas fisiológicos y psicológicos. Aunque es invisible, su efecto es claramente evidente, y abarca todas las facetas de la vida (Universidad Tecnológica de Pereira, 2016).

1.1.1 Características del sonido

El sonido es una onda que se caracteriza por sus cualidades las cuales son:

- **Tono o altura:** Es la cualidad definida por la frecuencia de la onda es decir define lo grave o agudo del sonido; la cual se mide en Hertzios.
- **Volumen:** Cualidad definida por la intensidad de la onda. Por tanto, permite diferenciar entre sonidos débiles o fuertes. Esta se mide en Decibelios.
- **Duración:** Es el período de tiempo abarcado por un sonido; la cual es el tiempo que se extiende la emisión midiéndose en segundos.
- **Timbre:** Es la cualidad del sonido que permite diferenciar entre las diferentes fuentes. Para citar un ejemplo una partitura musical en donde las notas representadas son las mismas para un intérprete de piano que de violín, pero nuestro oído, es capaz de distinguir los sonidos determinando el instrumento que lo emite (LLumiQuinga, 2002).

1.1.2 Tipos de ruido

Ruido continuo

El ruido continuo se produce cuando este es continuo sin interrupción, por ejemplo, ventiladores, bombas y equipos de proceso. Para determinar el nivel de ruido se debe medir durante unos pocos minutos con un equipo manual (Cruz, 2007). Si al medirse se detectan tonos o bajas frecuencias, puede medirse también el espectro de frecuencias para un posterior análisis y documentación.

Ruido intermitente

Es cuando el ruido presenta interrupciones en el tiempo por ejemplo cuando pasan vehículos aislados o aviones, el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente (Bloemsma *et al.*, 2019).

Ruido impulsivo

Es cuando se presentan variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto: por ejemplo, troqueladoras, pistolas, entre otras. El ruido de impactos o explosiones, por ejemplo de un martinete, troqueladora o pistola, es llamado ruido impulsivo (Cano, 2009).

1.1.3 Medición del ruido

El ruido viene determinada, en gran medida, por la percepción subjetiva de las personas, que varía de un individuo a otro y, a menudo, en un mismo individuo según su disposición en ese momento (Sears *et al.*, 2018). Dada su naturaleza subjetiva, el ruido no puede medirse en unidades objetivas, pero para poder clasificar y comparar los diferentes casos de ruido es necesario por lo menos obtener una descripción cuantitativa aproximada (Auger, Duplaix, Bilodeau-Bertrand, Lo, & Smargiassi, 2018). Con este fin, el sonido, que es la parte física del ruido, es descrito mediante valores cuantitativos que se refieren a:

- Intensidad o nivel de presión sonora: La intensidad de un sonido se expresa en términos de amplitud media de las ondas de presión acústica p y, generalmente, se determina por el nivel de presión acústica L_p en decibelios (dB) a partir de la siguiente ecuación (p_o es la presión acústica de referencia de $20 \mu\text{Pa}$).

$$L_p = 10 \log (p/p_o)^2 \text{ en dB}$$

p = Presión sonora en Pa.

p_o = presión sonora de referencia ($20 \mu\text{Pa}$)

- La escala de decibelios varía de $-$ a $+$ pero el oído humano sólo percibe niveles de presión acústica entre 0 dB (umbral de audibilidad humana norma) y cerca de 130 dB (umbral de dolor). Al igual que en la percepción subjetiva de los niveles sonoros de diferentes intensidades, un aumento de la presión acústica de un sonido puro estacionario de 10 dB tendrá como resultado una duplicación de la intensidad sonora (Delgado & Martínez, 2015).
- Frecuencia o nivel de presión sonora ponderada A, L_{pA} : La mayor parte de los sonidos consisten en una mezcla de tonalidades con diferentes tonos y frecuencias, siendo estas frecuencias medidas en hertzios (Hz) (Diaz, 2017). El oído humano tiene una sensibilidad distinta para tonalidades de diferentes frecuencias: es más sensible para tonalidades entre 1kHz y 5kHz, menos sensible para frecuencias más altas y aún mucho menos para frecuencias más bajas. Por lo tanto, en la mayoría de los casos el nivel sonoro está ponderado con la denominada ponderación «A» y, de este modo, se transforma en el nivel de presión acústica ponderado A o L_{pA} (Olivera, Pinedo, & Ancajima, 2003).

$$L_{pA} = 10 \log (p_A/p_o)^2 \text{ en dB}$$

p_A = Presión sonora ponderada A, en Pa.

p_o = presión sonora de referencia ($20 \mu\text{Pa}$)

1.2 Presión sonora

El nivel de presión sonora o acústica (NPS o SPL), es un indicador para analizar los efectos causados por propagación del aire de una onda sonora de «X» intensidad, impactando las partículas del aire generando a su un movimiento ondulatorio (Verbeek, 2019), provocando variación en la presión del aire, la cual se superpondrá a la presión atmosférica; obteniéndose como resultado una onda sonora con una cantidad de energía «x» en donde al ingresar al oído humano estimulará la sensación de oír, como respuesta al choque de presiones interna - externa (Findlay *et al.*, 2018).

Este proceso físico es el denominado rango de audibilidad, el cual oscila en una escala que va desde los 0 dB hasta los 120 dB. Implicando así que nuestros oídos pueden percibir un amplio margen de intensidades, entre el umbral de audibilidad y el umbral del dolor (Sears *et al.*, 2018).

1.2.1 Unidades de medida

La presión sonora se expresa en Pascales, los niveles de presión sonora en decibeles (dB). Las medidas deben indicar el filtro de ponderación frecuencial utilizado (A; C; D u otro) y el filtro de ponderación temporal F, S o I según sea rápida, lenta o de impulso (Fast, Slow o Impulso, en inglés). Para todas las mediciones y cálculos, la presión sonora de referencia es de 20 μ Pa (Estrada & Mendez, 1997).

Parámetros de Medida: Se establecen como parámetros principales para la medida del ruido los siguientes:

Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado (A) $L_{Aeq,T}$ y ponderado lento (S).

Ruido Residual, medido como el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado (A)

$L_{Aeq,T}$, Residual. Nivel percentil L_{90} .

Si no es posible medir el ruido residual, se toma como valor el correspondiente al nivel percentil L_{90} e indicar las razones por las cuales no se pudo medir el ruido residual. (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Resolución 0627 de 2006).

1.3 La audición

1.3.1 Características de la audición respuesta auditiva

El área de percepción auditiva se centra en niveles bajos de presión sonora con el umbral de la audición y a niveles altos de presión sonora con el umbral del malestar (Quiroz, 2016). Por tanto se habla de una frecuencia máxima de 20000 Hz y una frecuencia mínima de 20 Hz; aun así de una persona a otra varía significativamente. el nivel mínimo audible encontrado (el nivel de presión sonora mínimo que es capaz de escuchar una persona con audición normal) es de 2 a 3 dB (Khan, Ketznel, Kakosimos, Sørensen, & Jensen, 2018); por tanto un nivel de 120 dB provoca sensación de malestar y por encima de 140 dB el dolor es alcanzado. Por ejemplo si la persona se expone a un ruido por encima de un determinado nivel crítico y luego se retira, su umbral de audición (nivel mínimo audible) puede aumentar, es decir, empeora temporalmente su audición (desplazamiento temporal del Umbral); por tanto este desplazamiento dependerá del tiempo de exposición de la persona y del nivel de ruido (Platzer, Iñiguez, Cevo & Ayala, 2007).

1.3.2 Sonoridad

Una de las características de los sonidos es la sonoridad, donde son percibidos subjetivamente, permitiendo al oyente de esta manera ordenar su magnitud sobre una escala de “bajo” a “alto”; esta característica única depende fundamentalmente del nivel de presión sonora (Martínez & Moreno, 2005).

1.3.3 Enmascaramiento

El enmascaramiento es el proceso donde el umbral de audibilidad de un sonido, aumenta en presencia de otro sonido, por tanto se denomina umbral enmascarado al umbral elevado y la medida cuantitativa del enmascaramiento en donde es el número de dB en que este umbral se eleva (Yepes *et al.*, 2009).

1.4 Tipos de pérdidas

Los efectos del ruido principalmente son:

Trauma acústico

Es específicamente el daño inmediato del oído por excesiva energía sonora; se refiere por tanto a los efectos de una exposición única o relativamente pocas exposiciones a niveles muy altos de presión sonora. El ruido extremadamente intenso al llegar a las estructuras del oído interno al sobrepasar los límites fisiológicos de estas, puede producir rotura completa y alteración del órgano de Corti (Zannin & Sant'Ana, 2011).

Desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido

Este desplazamiento tiene como resultado una elevación de los niveles auditivos después de la exposición al ruido; por tanto la audición es reversible para este tipo de desplazamiento (Pedersen *et al.*, 2017).

Desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido

la pérdida de audición no es reversible para este tipo de desplazamiento, y por tanto permanece durante toda la vida de la persona afectada, no existiendo la posibilidad de recuperación (Olivera *et al.*, 2003). Este efecto puede deberse al resultado de un trauma acústico o por el efecto acumulativo de las exposiciones contantes al ruido durante varios periodos en muchos años (Roul,

Kumar & Das, 2019). A continuación en la figura 1 se presenta aparte de los mencionados anteriormente otros efectos del ruido.

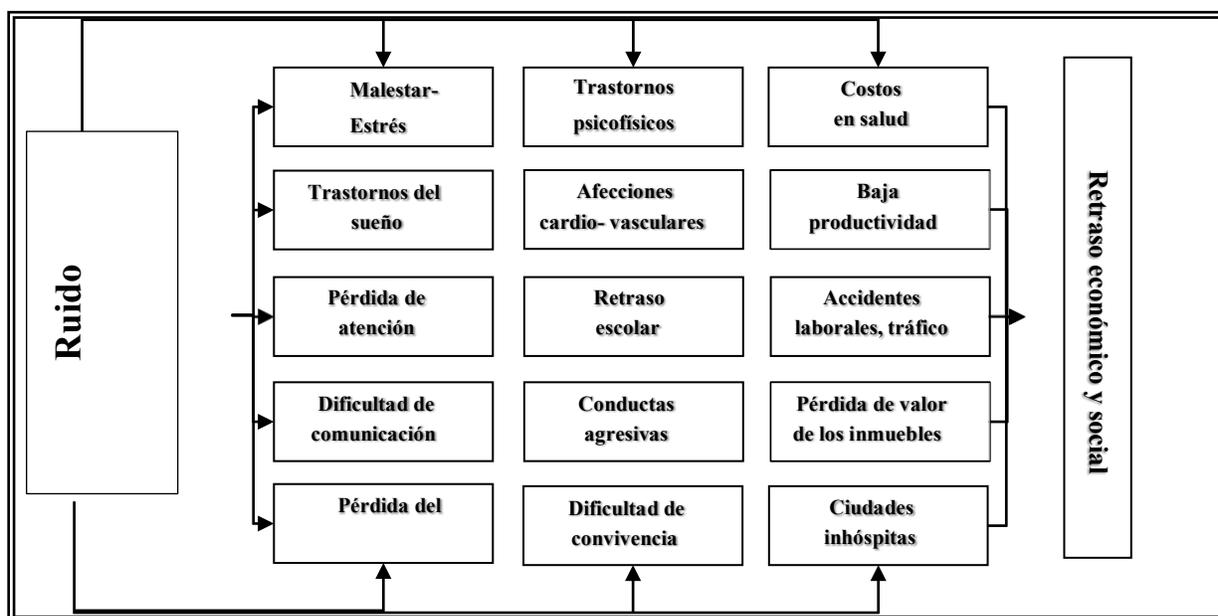


Figura 1. Efectos del ruido

Fuente Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2007

1.5 Psicofísica de la audición

La relación entre intensidad, que es un atributo físico del sonido, y sonoridad, que es un atributo subjetivo, involucra procesos fisiológicos y psicológicos en el oído y en el cerebro. Los experimentos psicofísicos sirven para medir la relación entre el atributo físico de un estímulo y el atributo subjetivo que percibe el individuo (Ning, Qi, Wu, & Wang, 2019).

1.5.1 Respuesta auditiva

Es muy amplia la gama de presiones sonoras y frecuencias a través de las cuales se recibe información útil. El área de sensación auditiva limita, a niveles bajos de presión sonora con el umbral de la audición, y a niveles muy altos, con el umbral de malestar y dolor (Quiroz-Arcenales et al., 2013). Los límites de frecuencia no están bien definidos se considera a los 20.000 Hz como

límite para las frecuencias altas, y a los 20 Hz como límite para las frecuencias bajas, pero esto varía bastante de una persona a otra (Liu, Lin, Huang, & Chen, 2017).

1.5.2 El umbral de audición

Para un sonido es el nivel de presión sonora mínimo capaz de evocar una sensación auditiva y depende de las características del sonido (por ejemplo, la frecuencia), de la forma en que se presente (auriculares, alta voz, etc.), y del punto en el que se mida el nivel de presión sonora (Oyedepo *et al.*, 2019).

1.5.3 El umbral de malestar

Se experimenta en un campo libre a niveles de presión sonora por encima de 120 dB. La gran amplitud de movimiento de los componentes del oído medio a niveles de presión sonora cercanos a 130 dB, produce a menudo una sensación de cosquilleo. A un nivel de aproximadamente 140 dB se alcanza el umbral de dolor (Yepes, Gómez, Sánchez, & Jaramillo, 2009).

De acuerdo con la OMS, el ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales (Quiroz-Arcenales *et al.*, 2013). Las fuentes principales de ruido urbano son tránsito automotor ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario.

La OMS respecto al tema del ruido ha elaborado una guía para el ruido urbano consolidando el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de proteger a la población de los efectos del ruido en ambientes no industriales; este es el resultado de la reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido, en abril de 1999, en donde se basa en el documento “Community Noise”, preparado para la Organización Mundial de la Salud y publicado

en 1995 por la Stockholm University y el Karolinska Institute; en la tabla 1 se especifica de acuerdo al documento elaborado por la OMS los valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos.

Tabla 1. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

Ambiente Específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	L_{Aeq} dB (A)	Tiempo (horas)	L_{max} Fast (dB)
Exteriores.	Molestia grave en el día y al anochecer	55	16	-
	Molestia moderada en el día y al anochecer.	50	16	-
Interior de la vivienda, dormitorios.	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer.	35	16	-
	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios.	Trastorno del sueño, ventana abierta (Valores exteriores)	45	8	60
Sala de Clase e interior de centros preescolares.	Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje.	35	Durante clases	-
Dormitorios de centros preescolares, interiores.	Trastorno del sueño	30	Durante el descanso	45
Escuelas, áreas exteriores de juego.	Molestia (fuente externa)	55	Durante el juego	-
Hospitales, pabellones, interiores.	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	40
	Trastorno del sueño durante el día y al anochecer.	30	16	-
Hospitales, salas de tratamientos, interiores.	Interferencia en el descanso y la recuperación	#1		
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores.	Deficiencia auditiva	70	24	110
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	Deficiencia auditiva (patrones: < 5 veces/año)	100	4	110
Discursos públicos interiores y exteriores.	Deficiencia auditiva	85	1	110

Ambiente Específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	L_{Aeq} dB (A)	Tiempo (horas)	L_{max} Fast (dB)
Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes.	Deficiencia auditiva (valor de campo libre)	85 #4	1	110
Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas.	Deficiencia auditiva (adultos)	-	-	140 #2
	Deficiencia auditiva (niños)	-	-	120 #2
Exteriores de parques de diversión y áreas de conversación.	Interrupción de la tranquilidad	#3		

#1: Lo más bajo posible.

#2: Presión sonora máxima (no LAF, máx) medida a 100 mm del oído.

#3: Se debe preservar la tranquilidad de los parques y áreas de conservación y se debe mantener baja la relación entre el ruido intruso y el sonido natural de fondo.

#4: Con audífonos, adoptado a valores de campo libre.

Fuente:(Berglund, Lindvall, & Schwela, 1999)

Las principales fuentes de ruido son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos (López, Fajardo, Chavolla, Mondragón & Robles, 2000).

En la unión Europea, alrededor del 40% de la población están expuesto al ruido de tránsito con un nivel equivalente de presión sonora que excede 55 dB (A) en el día y 20% están expuestos a más de 65 dB (A) (Pacheco, Franco & Behrentz, 2009). El problema también es grave en ciudades de países en desarrollo y se determina principalmente al tránsito, la cuales registran niveles de presión sonora de 75 a 80 dB (A) durante las 24 horas (Findlay *et al.*, 2018).

El tráfico de vía es la principal causa de ruido ambiental en la mayoría de las ciudades. Los niveles de ruido se incrementan tanto por mayores volúmenes de tráfico como por mayores velocidades de tráfico (Cruz, 2007). La exposición de ruido ambiental tiene una amplia gama de efectos en la salud. Así como efectos más generales, tanto como causar molestias, el ruido está asociado a niveles de estrés y a la creciente presión sanguínea (Molina, 2015).

El término contaminación acústica hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), por tanto el ruido es el conjunto de sonidos ambientales nocivos que recibe el oído (Roul *et al.*, 2019), por estas características es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos tanto fisiológicos y psicológicos (Murillo, Ortega, Carrillo, Pardo & Rendón, 2012). Si el ruido excede los límites previstos por organismos especializados, se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva, así como la posibilidad de trastornos que van desde lo psicológico (paranoia, perversión) hasta lo sexual (impotencia) (Peral Orts *et al.*, 2015). El ruido, o sonido no deseado, ha sido definido por la Comunidad Europea como el conjunto de sonidos que producen en el hombre un efecto desagradable en razón de su molestia evidente, del cansancio, de la perturbación y, en algunos casos, del dolor y pérdida de salud (Lu, Gao, Li, Zheng & Gong, 2018).

2. Marco legal

2.1 Normatividad Vigente en Colombia

Constitución Política de Colombia de 1991

Norma de normas, establece que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y, 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

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al medio ambiente, donde en su Título II, Art. 33; hace mención a establecer condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y tranquilidad de los habitantes, mediante control de ruidos originados en actividades industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento, de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas.

Ley 9 de 1979

Artículo 1: Para la protección del medio ambiente la presente Ley establece: las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana.

Artículo 48: En cumplimiento de las normas sobre emisiones atmosféricas el Ministerio de Salud podrá: impedir el tránsito de fuentes móviles cuyas características de funcionamiento produzcan ruidos, en forma directa o por remoción de alguna parte mecánica.

Resolución 08321 de 1983

Por el cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. En el capítulo IV, Art. 36; hace referencia a que ninguna persona permitirá u ocasionará la operación de vehículos de motor, motocicletas o cualquier otro similar, en las vías públicas y en cualquier momento, de tal forma que los niveles de presión sonora emitidos por tales vehículos excedan los niveles máximos permisibles establecidos en la presente Resolución.

Decreto 948 de 1995

Por el cual se reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, donde en el Cap. II, Art. 14; hace mención en cuanto el Ministerio de Medio Ambiente fijará mediante Resolución los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y ruido ambiental, para todo el territorio nacional. Así mismo, establece en su art. 15 los sectores clasificados donde se determinarán los niveles admisibles de presión sonora.

Norma técnica colombiana NTC 3522, Coincide textualmente con la norma ISO 1996/1 sobre descripción y medición del ruido ambiental, cantidades básicas y procedimientos

Norma técnica colombiana NTC 3520, Equivalente con la norma ISO 1996, sobre descripción y medición del ruido ambiental, obtención de datos relativos al uso en campo.

Norma técnica colombiana NTC 3521, Acústica. Descripción y medición del ruido ambiental. Aplicación de los límites de ruido. Por la cual se establece las directrices de cómo se deben especificar los límites de ruido, y describe los procedimientos que se deben usar para verificar el cumplimiento de tales límites.

Norma técnica colombiana CTC 4194, Acústica. Mediciones del nivel de presión sonora emitida por vehículos automotores en estado estacionario. En la cual se especifica un procedimiento de ensayo, el ambiente y la instrumentación requeridos para medir los niveles de presión sonora exterior producidos por un vehículo automotor en condiciones estacionarias.

Resolución 0627 de 2006, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece la Norma Nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; en donde también se establece los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibelios dB (A) los cuales se encuentran en la tabla 2.

En el capítulo I se establecen los horarios diurno y nocturno para la medición de ruido y ruido ambiental en el territorio nacional y las demás disposiciones generales como unidades y parámetros de medida como los ajustes que se deben tener en cuenta. En el capítulo 2 de la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial,

se menciona el cálculo de emisión de ruido y establece los límites permisibles para la emisión de ruido. En el capítulo 3 de la misma resolución se relaciona el tema de ruido ambiental en cuanto a su cálculo y los límites máximos permisibles.

Tabla 2. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles dB(A)

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

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.		
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.	55	45
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: MAVDT, Resolución 627 de 2006

2.2 Normatividad vigente internacional

OMS

Estableció en 1999 una guía para ruido urbano, la cual es el resultado de la reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido, en abril del mismo año. El objetivo de la OMS al preparar estas guías es consolidar el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de proteger a la población de los efectos del ruido en ambientes no industriales.

ISO (International Standard Organization)

Se encuentra como normatividad internacional, la norma ISO 1996:2007, y la norma 1999:1990 es una de las más relevantes, la cual recoge el procedimiento de ensayo internacional para medir ruido ambiental, contemplando aspectos como la incertidumbre en las medidas, la instrumentación necesaria, la caracterización de las distintas fuentes, las condiciones

meteorológicas que afectan a la medida, el procedimiento de medición y la evaluación de los resultados obtenidos.

Normativa Europea

Directiva 2002/49/CE del parlamento Europeo y del concejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

3.Marco contextual

3.1 Generalidades del municipio de Neiva

El municipio de Neiva se ubica entre las cordilleras central y oriental, cuenta con varias fuentes hídricas, entre las que se destacan los ríos Magdalena, el Oro y Las Ceibas. Limita al Norte con los municipios de Rivera, Palermo y Santa María; al oriente con el departamento del Caquetá y al occidente con el departamento del Tolima; tiene una extensión de 1.553 Km, la zona urbana comprende un área aproximada 4.594 dividida en 10 comunas con 316 barrios y 44 asentamientos y la zona rural con una extensión de 150.706 hectáreas que es 96.95% del total del territorio, con 8 corregimientos y 61 veredas.

Para la presente investigación se evalúan los niveles de presión sonora ambiental en el corredor vial del tramo norte-terminar del sur, el cual es una zona de bastante tránsito vehicular tanto de transporte pesado, liviano y motociclístico (Ramírez & García, 2016).

El parque automotor que cubre la operación de transporte público de la ciudad de Neiva a 2017, estaba compuesto por 696 vehículos, en su gran mayoría microbuses de diecinueve (19) pasajeros, servicio prestado por cinco (5) empresas de transporte: Cooperativa de Motorista del Huila y Caquetá Ltda. «COOMOTOR» con 249 vehículos que representan el 36% del total del parque automotor que presta el servicio en el municipio; Flota Huila S.A. con 150 vehículos que

representan el 22%; cooperativa de transportadores del Huila Ltda. «COTRANSHUILA» con 140 vehículos que representan el 20%; AUTOBUSES S.A. con 91 vehículos que representan el 13% y la cooperativa de transportadores de Neiva Ltda. «COOTRANSNEIVA» con 66 vehículos que representan el 9% del total de la flota existente. Con respecto a la edad del parque automotor, un total de 370 vehículos, equivalentes al 53% del mismo cuenta con una edad cumplida de más de 10 años, y de estos un total de 111 vehículos, equivalentes al 16% del total de la flota, tiene una edad de más de 16 años.

A lo señalado anteriormente, se tiene que el transporte público en la ciudad de Neiva, presenta dificultades para la adecuada movilidad, genera congestión vehicular, opera con paralelismo y sobre oferta de rutas, no cuenta con elementos tecnológicos lo que dificulta el control efectivo de la operación del servicio (Olaya & Gonzalez, 2016).

Por otra parte, en lo referente a la estructura de la red vial urbana, esta se articula por cuatro (4) vías principales de occidente a oriente: avenida circunvalación, carrera 2ª, carrera 7ª y carrera 16, que atraviesan la ciudad de sur a norte y viceversa; el transporte público colectivo utiliza principalmente la carrera 2ª y carrera 7ª y una parte de la carrera 16. De norte a sur la articulación vial se da principalmente en las calles 26, 21, 10, 8, 7ª, 4ª y 2ª, vías que son utilizadas también por el transporte público colectivo, especialmente a su paso por el centro de la ciudad (Sanchez & Rios, 2011).

4. Antecedentes de estudios

4.1 Internacional

En el ámbito internacional, se han realizado diversos estudios los cuales evidencia que la contaminación acústica es una problemática mundial entre los cuales mencionaremos:

	30 dB, Lmax rápido 40dB																	
OMS	55	45	35	50	70	70*	70	70*	85	55	55	55	55	55	55	55		
Andalucía	55	40	55	45	55	40	55	40	70	60	65	55	65	55	65	55	70	70
Argentina	60	50	65	50	60	50			75	70	70	60	65	60		80	75	
Castilla y León	45	35	55	45	55	45	55	45	70	55	65	55	55	45	55	45		
Chile	55	35	60	50	55	45	55	45	70	70	65	55	65	55				
Ecuador	45	35	50	40	45	35	50	40	70	65	50/55	60	50		70	65		
España	55	45	65	55	55	45	55	45	75	75	75	75						
Perú	50	40	60	50	50	40	50	40	80	70	70	60						
Venezuela	50	40	55	45	50	40	50	40	70	50	65/70	55/50	65	55	65	55	70	50

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2007)

4.2 Nacional

A nivel nacional también se han realizado estudios respecto a la contaminación acústica especialmente de las Autoridades Ambientales entre los cuales tenemos:

-Bedoya (1995) condujo una evaluación del problema de ruido en alrededores del aeroparque Olaya Herrera utilizando técnicas de geoestadística y diseño experimental.

-En la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, se realizó en el año 1999 un estudio para evaluar los niveles de ruido y material particulado en la atmósfera, generados en los laboratorios de productos forestales (Sanchez & Rios, 2011).

-El grupo de investigación de la escuela de desarrollo industrial y REDAIRE en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, desarrollaron un estudio para el aeropuerto Olaya Herrera en agosto del 2002 (Germán & Santillán, 2006).

-Posteriormente el mismo grupo de investigación abordó la contaminación por ruido en el centro de la ciudad de Medellín.

-En el 2004 REDAIRE realizó la determinación de Niveles de Ruido y de CO en el centro de la ciudad de Medellín, el proyecto estudió el centro de Medellín en un área de 2 km por 2 km dividida en 10 zonas, de 16 cuadrículas por zona.

-En el 2007, la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, elaboró para el área metropolitana del Valle de Aburrá; en unión temporal con el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, los mapas acústicos y las evaluaciones de monóxido de carbono de los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Sabaneta, Itagüí, La Estrella, Caldas y Medellín.

-Molina y Villalba, en el 2015, estudiantes de la Universidad de la Salle, realizaron el “Estudio de ruido en la troncal Transmilenio tramos Héroes-Museo de Oro como indicador de calidad del servicio y elemento urbano en el corredor.”.

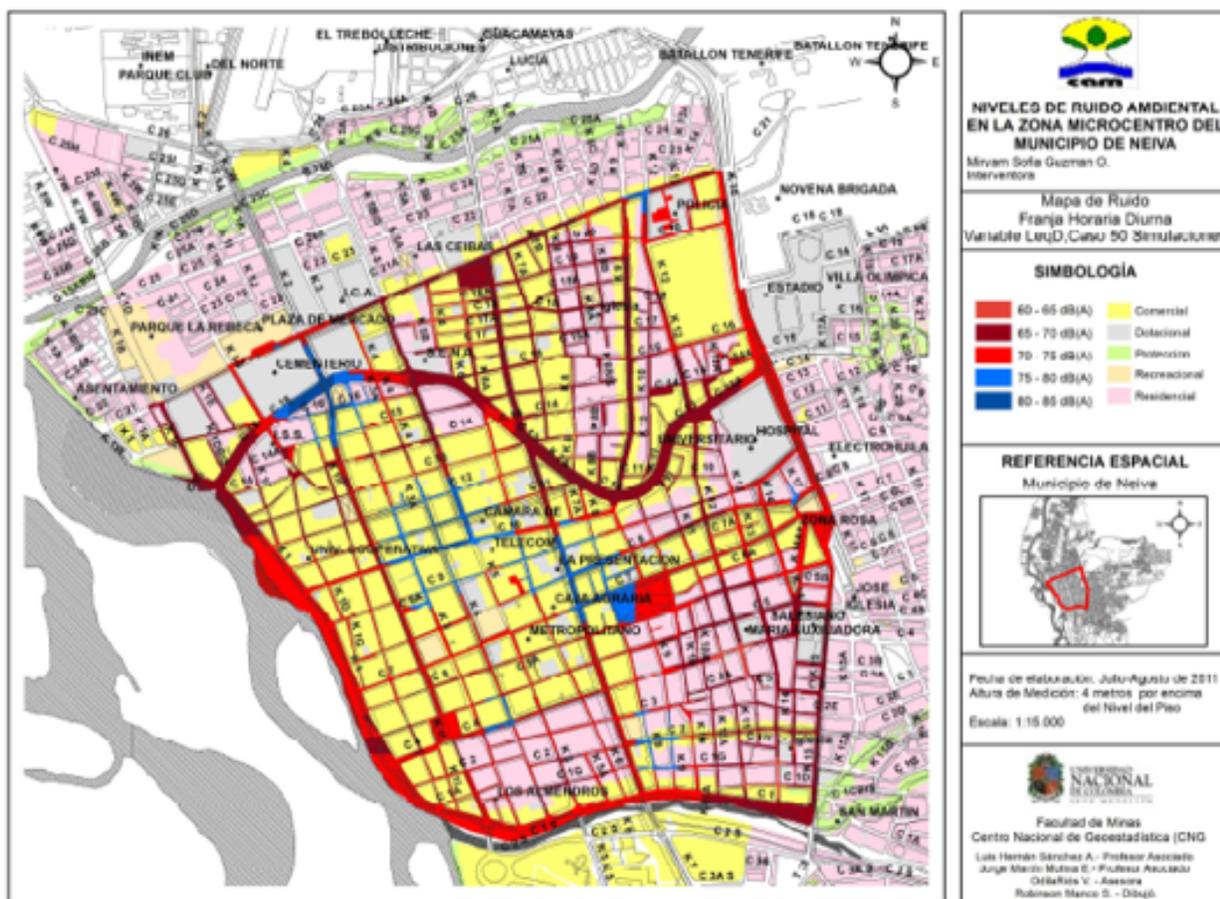
-En el 2017, Nayibe Linares Díaz realizó el estudio denominado “Verificación del cumplimiento normativo de los niveles de presión sonora previstos en la Resolución 627 para el subsector hospitalario en la ciudad de Bogotá.

4.3 Municipal Neiva

Con relación a la situación del ruido ambiental en el departamento del Huila se han realizado estudios en el municipio de Neiva entre los cuales tenemos:

-En el año 2011, La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, elaboró el estudio denominado “**NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN LA ZONA MICROCENTRO DEL MUNICIPIO DE NEIVA-HUILA**” utilizando técnicas de muestreo con procesamiento geoestadístico, motivado en el aumento de los conflictos originados por la contaminación sonora; de este estudio vale la pena señalar que en algunos puntos solo fueron objeto de medición del ruido ambiental en horario nocturno, por la falta de acompañamiento de la policía. De acuerdo con el

estudio en la zona microcentro del municipio de Neiva, los valores promedio del nivel de ruido en horario diurno es de 71 dB(A) y de 65 dB(A) para el horario nocturno (Sanchez & Rios, 2011);



acontinuacion en la figura 2 se observa el mapa de ruido en la jornada diurna que elaboraron para dicho estudio.

Figura 2. Niveles del ruido ambiental en la zona microcentro de Neiva

Fuente:(Sanchez & Rios V, 2011)

-En el año 2012 la CAM, bajo la autoría de la ingeniera Cecilia Castro Majé publicó un segundo estudio de ruido ambiental, el cual se realizó en la comuna No. 5 de la Ciudad de Neiva.

-En el año 2016 la CAM, mediante contrato de consultoría No. 239 de 2016, adelantó la actualización de los mapas de ruido ambiental del municipio de Neiva, para sus áreas críticas prioritarias y la reformulación del plan de descontaminación por ruido en el municipio de Neiva, de conformidad con lo establecido en la Resolución No. 627 de 2006 del MADS.

Se identificaron dos zonas de áreas de trabajo como se observa en la figura 3; Zona 1, la correspondiente al microcentro de la ciudad de Neiva (Sánchez & Rios, 2011) y la zona No. 2 sobre la vía que conduce a las palmas, realizando mediciones de ruido ambiental en cuatro jornadas discriminadas así:

- Jornada ordinaria diurna
- Jornada ordinaria nocturna
- Jornada dominical diurna
- Jornada dominical nocturna

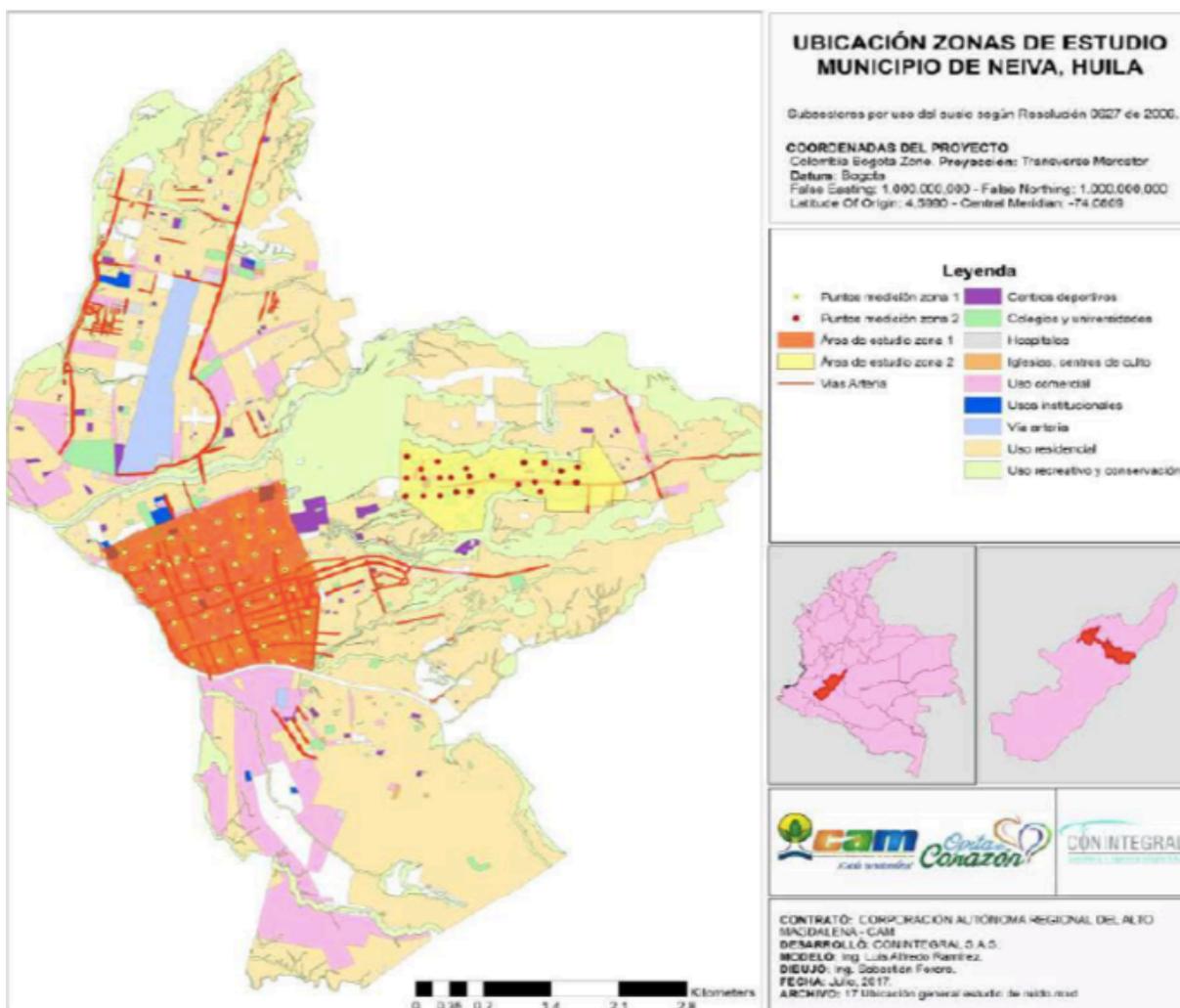


Figura 3. Ubicación de zonas de ruido ambiental

Fuente: (Sanchez & Rios V, 2011)

Del estudio se concluyó que en la jornada ordinaria diurna, el 63.4% no cumple con los estándares máximos permisibles, mientras que los resultados de ruido ambiental para la jornada ordinaria nocturna, el 93.9% superan los estándares máximos permisibles, concluyéndose que las fuentes móviles es la variable que más influye sobre el nivel de ruido.

5. Metodología

Para establecer el nivel del ruido ambiental en el «**CORREDOR VIAL DEL TRAMO NORTE-TERMINAL DEL SUR EN LA CIUDAD DE NEIVA**», como estrategia metodológica, se definieron dos acciones a seguir, las cuales son:

- a) Realizar un análisis cuantitativo del ruido ambiental del área de estudio, para lo cual se va a realizar:

Crear un buffer o área de influencia alrededor de los puntos de medición del corredor vial Tramo Norte-Terminal del Sur, trazando un polígono a 100 metros a lado y lado de cada punto de medición; una vez definido el área de estudio se tomará el registro en campo del ruido ambiental a lo largo del corredor vial tramo norte – terminal del sur, con el empleo de un sonómetro clase 2 para la captura de datos en tiempo real, como lo establece la Resolución 627 de 2006 del MADS, instalando el micrófono a una altura de cuatro (4) metros medidos a partir del suelo y a una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición, si estos no existen en uno de los costados, el punto se sitúa a una distancia de cuatro (4) metros medidos horizontalmente desde el costado que las posea, si no existen en ninguno de los costados, se toma el punto equidistante entre los límites del espacio público correspondiente.

Cada medición con la distribución efectuada en los quince (15) minutos, según se estipula en el Artículo 5 de la resolución 627 del 2006, debe constar de cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, así:

norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba. El resultado de la medición es obtenido mediante la siguiente expresión:

$$LA_{eq} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{5} \cdot (10^{L_N/10} + 10^{L_O/10} + 10^{L_S/10} + 10^{L_E/10} + 10^{L_V/10}) \right) \quad (1)$$

b) Aplicación de un modelo investigativo descriptivo, mediante la elaboración de una encuesta a la comunidad circundante del **CORREDOR VIAL DEL TRAMO NORTE-TERMINAL DEL SUR EN LA CIUDAD DE NEIVA**, para evaluar cualitativamente la percepción de la intensidad de los niveles de ruido.

5.1 Definición del área de medición

Este tramo objeto de estudio, se determinó teniendo en cuenta la definición vías de alta circulación vehicular las contemplada en la Ley 769 de 2002, además de la importancia en la movilidad vial de la ciudad de Neiva y por la composición vehicular circulante, que incluye vehículos de transporte intermunicipal, urbano, servicio de taxi, vehículos de carga y vehículos particulares entre automotores y motocicletas. Aparte de lo antes señalado, en el sector definido como **CORREDOR VIAL DEL TRAMO NORTE-TERMINAL DEL SUR EN LA CIUDAD DE NEIVA**, en toda su trayectoria se encuentran locales comerciales, talleres, estaciones de servicios, colegios, hogares geriátricos, zonas de uso institucional, zonas residenciales, al igual que sitios de esparcimiento nocturno, lo cual hace que esta zona sea objeto de estudio de acuerdo a lo establecido en la Tabla No. 2 «ESTANDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL, EXPRESADOS EN DECIBLES dB (A)» de la Resolución 627 de 2006 del MADS.

De acuerdo con lo antes expuesto, se definió como zona objeto de estudio, el buffer o área de influencia alrededor de los puntos de medición del corredor vial tramo norte-terminal del sur, trazando un polígono a 100 metros a lado y lado de cada punto de medición, iniciando desde la transversal 15 con carrera 11, contiguo al terminal de transporte terrestre, siguiendo la ruta del

recorrido de los buses de transporte intermunicipal, por la avenida circunvalar realizando conectividad con la carrera 6w, luego empalmando con la carrera 1 con calle 48, y desde este punto se continua el recorrido por la carrera 1 del barrio Cándido Leguizamo, finalizando en la intersección con la calle 69, el cual para el caso en estudio se denominó «**CORREDOR VIAL DEL TRAMO NORTE-TERMINAL DEL SUR EN LA CIUDAD DE NEIVA**».

5.1.2 Elaboración del instrumento

Para la elaboración del instrumento se realizó una revisión bibliográfica de Alvarez *et al.* (2006), Melia, *et al.*(1990), Ledesma *et al.* (2002) y Oviedo *et al* (2005), citados por Castro (2015) y, a partir de redes de interacción se establecerán sets de preguntas relacionadas con temáticas de información general de la población encuestada y grado de afectación e indeseabilidad en ellas con la presencia de ruido o contaminación sonora en el contexto del área objeto de estudio de acuerdo a lo planteado por (Orozco, *et al*, 2011). Las fuentes que aporten información relevante para la elaboración del instrumento, se relacionaron en el documento final de trabajo de grado.

5.1.3 Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento

Teniendo en cuenta que se trata de un corredor vial para establecimiento del tamaño de la población se tomó el número de puntos de muestreo afectado por número de posibles encuestas a realizar por punto en la zona objeto de estudio, adoptado en 2. Este dato se considerará 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 será el tamaño óptimo de la muestra en esta investigación:

(2)

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

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)

(3)

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

Donde:

n = tamaño óptimo de la muestra

n_0 = tamaño de la muestra sin ajustar

N = tamaño de la población.

5.1.4 Determinación de puntos de medición

Conforme lo estable la resolución 627 de 2006 del MADS, se requiere conformar una retícula sobre el área de estudio, teniendo en cuenta que se trata de un tramo vial, se tomó la decisión de colocar aproximadamente a cada 500 metros de distancia un punto de medición, sobre el recorrido identificado y localizado tanto en la cartografía del casco urbano de la ciudad de Neiva disponible en el Sistema de Información Geográfico de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena-CAM y en la herramienta de internet “Google Earth”, y realizar la respectiva

georreferenciación de cada uno de los puntos objeto de medición, tomando como punto de partida la transversal 15 con carrera 11 hasta la intersección de la carrera 1 con calle 69 al norte de la Ciudad de Neiva.

Una vez identificado los posibles puntos de medición en la cartografía de la ciudad de Neiva y con un previo recorrido del tramo objeto de estudio, se definieron un total de 16 puntos de medición como se muestra a continuación en la tabla 4:

Tabla 4. Puntos de medición

PUNTO MEDICIÓN	DIRECCIÓN	X	Y
1	CRA 11 CON TRANSVERSAL 15 AUTO LAVADO NASCAR	866133,9	814180,7
2	CRA 5 CON CLL 8 SUR SEMÁFORO NEIVANA DE GAS	865697,6	814408,0
3	CRA 2 CON CLL 2SUR GLORIETA MADRE TIERRA	865327,0	814621,7
4	MONUMENTO LA GAITANA	864990,7	814933,0
5	AVENIDA CIRCUNVALAR CON CALLE 9 FRENTE VENTA PESCADO	864774,3	815380,3
6	COLEGIO CEINAR SOBRE AVENIDA CIRCUNVALAR	864482,6	815786,4
7	CRA 1D CON CALLE 21 ESQUINA AGUAS DEL HUILA-ICBF	864194,2	816181,5

PUNTO MEDICIÓN	DIRECCIÓN	X	Y
8	PARQUE LA REBECA -ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA	864043,8	816521,5
9	CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN CLL 28 CON CRA 6W	863825,0	816987,8
10	ATRÁS DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	863827,4	817450,5
11	CRA 6W CON CLL 38 SANTA INES	863880,7	817938,0
12	CRA 6W ENTRE CLL 44 Y 45	863836,8	818440,1
13	CLL 48 CON CRA 3W ESQUINA	864156,7	818590,9
14	CRA 1 CON CLL 53 KIRUS COMIDAS RÁPIDAS	864399,4	818848,4
15	CRA 1 No. 60-70 CAM	864478,7	819330,6
16	CRA 1 CON CLL 69 ESQUINA	864560,2	819811,4

5.1.5 Horarios y cantidad de mediciones

Se realizaron dos jornadas de mediciones, una en el horario diurno, el cual inicia a las 7:01 AM hasta las 9:00 pm y otra en la jornada nocturna que va desde 9:01 PM hasta 7:00 AM; cada medición a realizar tiene una duración de 15 minutos.

5.2 Fase de campo

Aplicación de la encuesta a la muestra seleccionada:

En cada punto de medición se aplicaron 2 encuestas de manera aleatoria a población que permanezca o resida en el sitio de medición.

5.2.1 Monitoreo en los puntos seleccionados del tramo vial

Los puntos de muestreo se ubicaron en las cuadras de la vía objeto de estudio. Cada punto se georreferenció y es allí en donde se ubicará el sonómetro para realizar cada medición. Adicionalmente, se midieron los decibeles al interior de vehículos de transporte público seleccionados al azar. Cada medición tuvo una duración de 15 minutos conforme a lo estipulado en la Resolución 627 del 2006.

La ubicación del sonómetro se realizó formando una trayectoria a lo largo de todo el tramo vial objeto de estudio.

5.2.2 Cartera de campo

Se utilizó para la medición del nivel de sonido un sonómetro de la serie CEL-63x modelo de clase 2 con análisis de la banda de un tercio de octava de registro ambiental marca CASELLA.

Para la georreferenciación se tomó las coordenadas geográficas de la herramienta de internet Google EARTH y se convierten a coordenadas planas MAGNA-SIRGAS origen Bogotá, sistema de referencia oficial del país.

Para la medición de la velocidad del viento se tomaron como datos oficiales los registros del aeropuerto Benito Salas de la ciudad de Neiva (Muriel & Cortés, 2008).

Como se trata de un tramo vial conforme lo establece el Parágrafo Segundo del Artículo 9 de la resolución 627 de 2006 del MADS, únicamente se realizó medición de ruido ambiental. No se consideró el efectuar mediciones bajo puentes o estructuras similares.

La información recolectada se consignó en la siguiente cartera de campo, resumida en la tabla 5.

Tabla 5. Cartera de campo

Punto	Nombre de referencia del punto	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	Vel viento	Coordenadas GPS
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

Además de esto, en la tabla 6 se registro la información correspondiente a descripción física de cada punto tomando en cuenta la presencia de zonas o subsectores.

Tabla 6. Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física

Punto	Coordenadas GPS	Descripción física
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Determinación de los Niveles de Presión Sonora

Se utilizò la ecuación 4:

$$NPS = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (4)$$

Donde:

P (Pa) = Presión acústica

P₀ (Pa) = 0.00002

L_p (dB) = Lectura en decibeles dada por el sonómetro.

Horarios de medición

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

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

5.3 Casos especiales

Se considera como un “caso especial” a aquel punto de medición que es fuente de una emisión y que requiere un seguimiento más detallado que permita evaluar la atenuación sonora en un radio de 30 m. En caso de que en el trabajo de campo se detecten fuentes con esta descripción, se aplicará un modelo simple de atenuación del ruido. Ejemplos de estos puntos son: puntos con alto flujo vehicular (fuente móvil), obras en construcción, sitios de esparcimiento como bares (fuentes fijas). El procedimiento a realizar fue de mediciones reales a diferentes radios de distancia de la fuente emisora: 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 m, los cuales generaron la tabla 7 que se muestra a continuación:

Tabla 7. Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo

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

Para generar la medición ideal del punto de muestreo a diferentes radios, se utilizò la ecuación 5:

(5)

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

Esta información se consignò en el tabla 8 y permitiò realizar posteriormente la evaluación de atenuación de los niveles sonoros y su respectiva comparación real vs. Ideal, así como la evaluación ambiental exploratoria:

Tabla 8. Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo

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

5.4 Fase de análisis de la información recolectada

5.4.1 Validez y consistencia del instrumento

Las preguntas diseñadas para el instrumento fueron sometidas a una “prueba piloto” para evaluar el grado de aceptación del público basado en las respuestas generadas. Si se requiere reestructuración del instrumento, se realizaron una reforma teniendo en cuenta las opiniones de expertos en el tema a través de Sesiones Delphi, de acuerdo a la metodología usada por Castro & Ramírez (2009).

Para la validación del instrumento se utilizò 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 (α) viene dado por la ecuación (6):

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \cdot \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{\sum s_i^2} \right] \quad (6)$$

Donde:

La suma de varianzas de cada ítem.

= 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 contrasto con lo expuesto por Cristopher (2007) citado por Castro, Cerquera y Escobar (2015) y descrito a continuación en el Tabla 8:

Tabla 9. Valores de criterio de confiabilidad

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

Fuente: Castro, Cerquera & Escobar (2015)

5.4.2 Análisis estadístico

Se recolecto la información de los instrumentos aplicados y de los puntos en los que realizó el monitoreo en decibeles y se tabularon los datos en Microsoft Excel. Se aplicò análisis estadístico para cada variable, obteniendo promedio, desviación estándar, coeficientes de variación y correlación, valores mínimos y máximos y gráficas necesarias.

5.4.3 Otros cálculos necesarios asociados a ruido

- **Emisión de ruido o aporte de ruido**

El valor promedio de los decibeles medidos en periodo “diurno” se consideraron como el dato 10LAeq, 1h y el valor promedio de los decibeles medidos en periodo “nocturno” se consideraron como el dato 10LAeq, 1h, residual. Estos dos datos permitieron calcular la emisión de ruido como se muestra en la ecuación 7:

$$Leq. emission = 10 * \log \left(\frac{10LAeq,1h}{10} - \frac{10LAeq,1h,residual}{10} \right) \quad (7)$$

- **Nivel de presión sonora continuo equivalente**

Se utilizaròn 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 el cuadro 1, 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 8:

$$LAeq = 10 * \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) * \left(10^{\frac{LN}{10}} + 10^{\frac{LS}{10}} + 10^{\frac{LO}{10}} + 10^{\frac{LE}{10}} + 10^{\frac{LV}{10}} \right) \right) \quad (8)$$

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.

- **Evaluación del impacto ambiental proveniente de la fuente emisora**

Se realizo análisis exploratorio que consiste en utilizar una ponderación propuesta por Muriel y Cortés (2008) como se indica en la tabla 10:

Tabla 10. 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 & Cortés (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior se consigno 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 el tabla 11:

Tabla 11. Impacto ambiental generado en el punto de muestreo

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

Fuente: Adaptado de Muriel & Cortés (2008)

5.5. Elaboración de mapas de ruido

Los mapas de ruido se trazaròn utilizando Golden Software Surfer 13, google maps y AutoCAD, importando desde Microsoft Excel la información de georreferenciación y los decibeles registrados en cada punto de medición de la zona de estudio. Se genero el mapa conforme a las especificaciones contempladas en la Resolución 627 del 2006 del MADS.

Capítulo 3

1. Resultados y análisis

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

La Muestra de cálculo para la estimación del nivel de presión sonora en el punto de medición No. 1 del corredor vial del tramo norte-terminal del sur en la jornada diurna para un día entre semana se realizó con los datos registrados en la tabla 12.

Tabla 12. Muestra de medición de la presión sonora punto No. 1

PUNTO	x	y	N	S	E	W	V
1	866133,9	814180,7	69,8	72,2	71,8	71,0	70,4

$$LAeq \text{ Punto No.1} = 10 * \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) * \left(10^{\frac{69.8}{10}} + 10^{\frac{72.2}{10}} + 10^{\frac{71.8}{10}} + 10^{\frac{71}{10}} + 10^{\frac{70.4}{10}} \right) \right)$$

$$LAeq \text{ Punto No.1} = 71.1 \text{ dB}$$

Se tomaron niveles de presión sonora en los 16 puntos estipulados para el corredor vial del tramo norte-terminal del sur durante la jornada diurna, los respectivos registros se evidencian en la tabla 13 junto con los resultados de estudios que se realizaron en el 2017 y 2011 para los puntos 4, 5 y 6.

Tabla 13. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T (dB), jornada diurna día ordinario

PUNTO MEDICION	DIRECCIÓN	COORDENADAS		USO DEL SUELO POT NEIVA	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T (dB)			
		X	Y		RES 627 DE 2006	2019	2017	2011
1	CRA 11 CON TRANSVERSAL 15 AUTO LAVADO NASCAR	86 6133,9	81 4180,7	DRG 1; RPD; VTI Y VT2	65	71,1		
2	CRA 5 CON CLL 8 SUR SEMÁFORO ESTACION TERPEL	86 5697,6	81 4408,0	CRG1	70	73,2		
3	CRA 2 CON CLL 2SUR ENTRADA NORTE GLORIETA ELEFANTES	86 5327,0	81 4621,7	CRG2; PRH; C2S Y C1S	70	71,1		
4	MONUMENTO LA GAITANA	86 4990,7	81 4933,0	CZG1 Y PRH	70	70,6	70 **	72, 5 ##
5	AVENIDA CIRCUNVALAR CON CALLE 9 FRENTE VENTA PESCADO	86 4774,3	81 5380,3	CZG1; PRH; CRG2; DZ	70	74,5	74,3 *	74, 3 #
6	COLEGIO CEINAR SOBRE AVENIDA CIRCUNVALAR CRA 1D CON CALLE 21	86 4482,6	81 5786,4	DRG1 Y CRG2	65	73,5	70* *	72, 5 ##
7	ESQUINA AGUAS DEL HUILA-ICBF	86 4194,2	81 6181,5	DRG1; RPD; VT3	65	74,9		
8	PARQUE LA REBECA -ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA	86 4043,8	81 6521,5	RP; VT3	65	73,9		
9	CRA 7W ANTES DEL INICIO	86 3825,0	81 6987,8	VT2; CZG1; CL	65	75,0		

PUNTO MEDICION	DIRECCIÓN	COORDENADAS		USO DEL SUELO POT NEIVA	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T (dB)			
		X	Y		RES 627 DE 2006	2019	2017	2011
PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN								
10	CLL 28 CON CRA 6W ATRÁS DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	86 3827, 4	81 7450, 5	CRG2; DRG1, VT3	70	73,0		
11	CRA 6W CON CLL 38	86 3880, 7	81 7938, 0	VT3	65	73,0		
12	CRA 6W ENTRE CLL 44 Y 45	86 3836, 8	81 8440, 1	VT2; PZPMA; CRG3	65	68,1		
13	CLL 48 CON CRA 3W ESQUINA	86 4156, 7	81 8590, 9	VT2; CRG3 COCA COLA VT3;	65	70,6		
14	CRA 1 CON CLL 53 KIRUS COMIDAS RÁPIDAS	86 4399, 4	81 8848, 4	CERCA AL HOGAR GERIATRICO	65	70,9		
15	CRA 1 No. 60-70 CAM	86 4478, 7	81 9330, 6	DRG1 "CAM"; CZG1; VT3	65	70,3		
16	CRA 1 CON CLL 69 ESQUINA	86 4560, 2	81 9811, 4	VT3, VT2	65	67,9		

*Datos tomados de las mediciones diurnas del contrato de consultoría 239 de 2016 celebrado por la CAM.

** Datos tomado de la cartografía diurnas del contrato de consultoría 239 de 2016 celebrado por la CAM.

Datos tomados de las mediciones diurnas del convenio interadministrativo suscrito entre la CAM y la Universidad Nacional Sede Medellín en el año 2011.

Datos tomado de la cartografía nocturna del convenio interadministrativo suscrito entre la CAM y la Universidad Nacional Sede Medellín en el año 2011.

En la figura 4 se evidencia los niveles de presión sonora sobre el mapa, el cual corresponde al corredor vial del tramo norte-terminal del sur durante la jornada diurna.

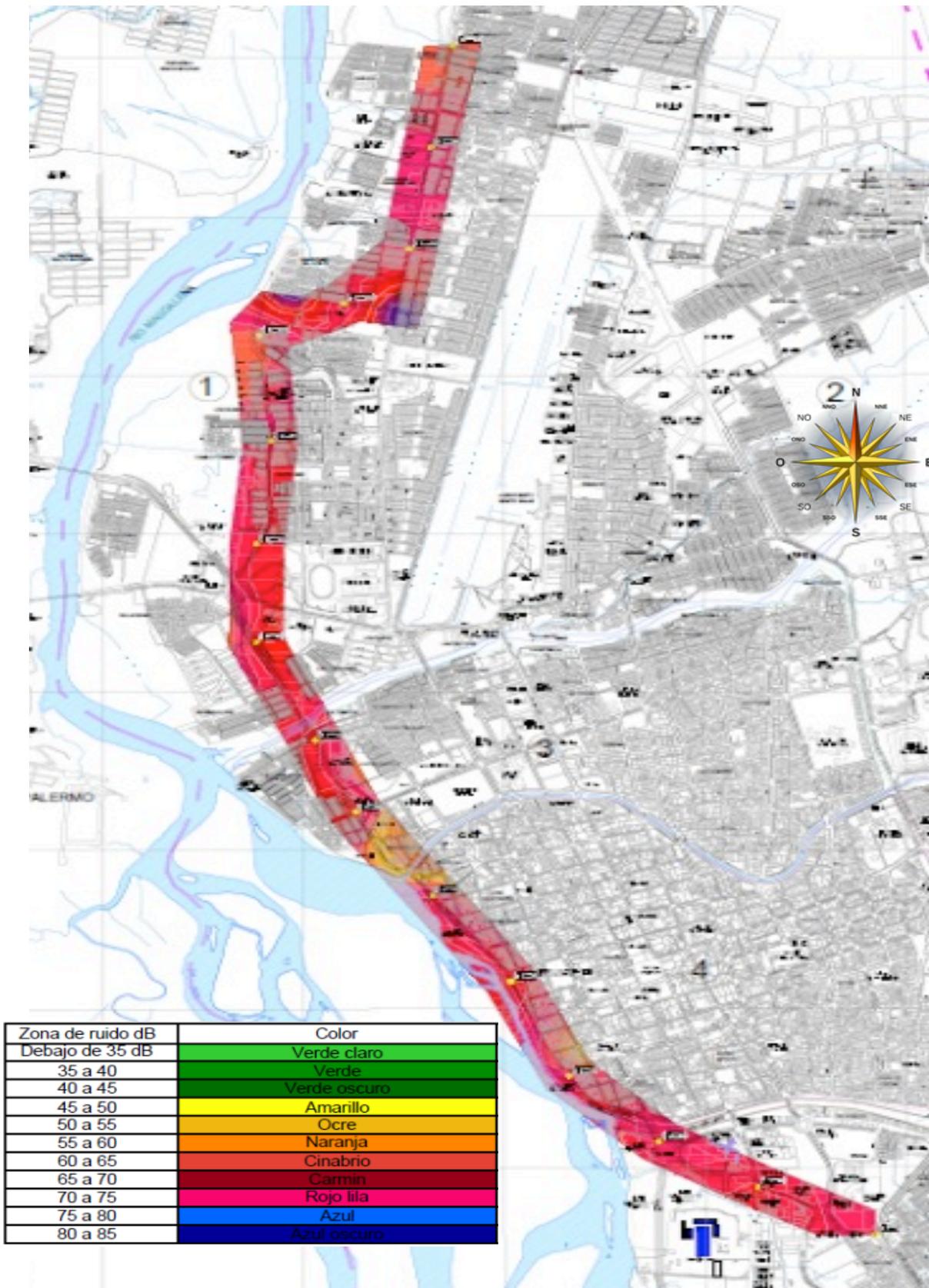


Figura 4. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{eq,T}$ (dB), jornada diurna día ordinario

La comparación de los niveles de presión sonora registrados en la jornada diurna respecto a los estándares máximos permisibles en la resolución 627 del 2006 se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Comparación de niveles de presión sonora calculados con la jornada diurna vs estándares máximos permisibles resolución 627 del 2006.

PUNTO MEDICIÓN	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ponderado A, LAeq		
			RESOLUCION 627 DE 2006	LAeq	CUMPLE CON LA NORMA
1	CRA 11 CON TRANSVERSAL 15 AUTO LAVADO NASCAR	DRG 1; RPD; VTI Y VT2	65	71,1	NO CUMPLE
2	CRA 5 CON CLL 8 SUR SEMÁFORO NEIVANA DE GAS CRA 2 CON CLL 2SUR	CRG1	70	73,2	NO CUMPLE
3	ENTRADA NORTE GLORIETA MADRE TIERRA	CRG2; PRH; C2S Y C1S	70	71,1	NO CUMPLE
4	MONUMENTO LA GAITANA	CZG1 Y PRH	70	70,6	NO CUMPLE
5	AVENIDA CIRCUNVALAR CON CALLE 9	CZG1; PRH; CRG2; DZ	70	74,5	NO CUMPLE
6	COLEGIO CEINAR SOBRE AVENIDA CIRCUNVALAR CRA 1D CON CALLE 21	DRG1 Y CRG2	65	73,5	NO CUMPLE
7	ESQUINA AGUAS DEL HUILA-ICBF	DRG1; RPD; VT3	65	74,9	NO CUMPLE
8	PARQUE LA REBECA -ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA	RP; VT3	65	73,9	NO CUMPLE

PUNTO MEDICIÓN	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ponderado A, LAeq		
			RESOLUCION 627 DE 2006	LAeq	CUMPLE CON LA NORMA
9	CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN CLL 28 CON	VT2 NO HAY NADA; CZG1; CL	65	75,0	NO CUMPLE
10	CRA 6W ATRÁS DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	CRG2; DRG1, VT3	70	73,0	NO CUMPLE
11	CRA 6W CON CLL 38 SANTA INÉS	VT3	65	73,0	NO CUMPLE
12	CRA 6W ENTRE CLL 44 Y 45	VT2; PZPMA; CRG3	65	68,1	NO CUMPLE
13	CLL 48 CON CRA 3W ESQUINA	VT2; CRG3 COCA COLA	65	70,6	NO CUMPLE
14	CRA 1 CON CLL 53 KIRUS COMIDAS RÁPIDAS	VT3; CERCA AL ANCIANATO	65	70,9	NO CUMPLE
15	CRA 1 No. 60-70 CAM	DRG1 "CAM"; CZG1; VT3	65	70,3	NO CUMPLE
16	CRA 1 CON CLL 69 ESQUINA	VT3, VT2	65	67,9	NO CUMPLE

En la jornada diurna el conflicto de ruido ambiental en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur en la ciudad de Neiva se puede observar en la figura 5.

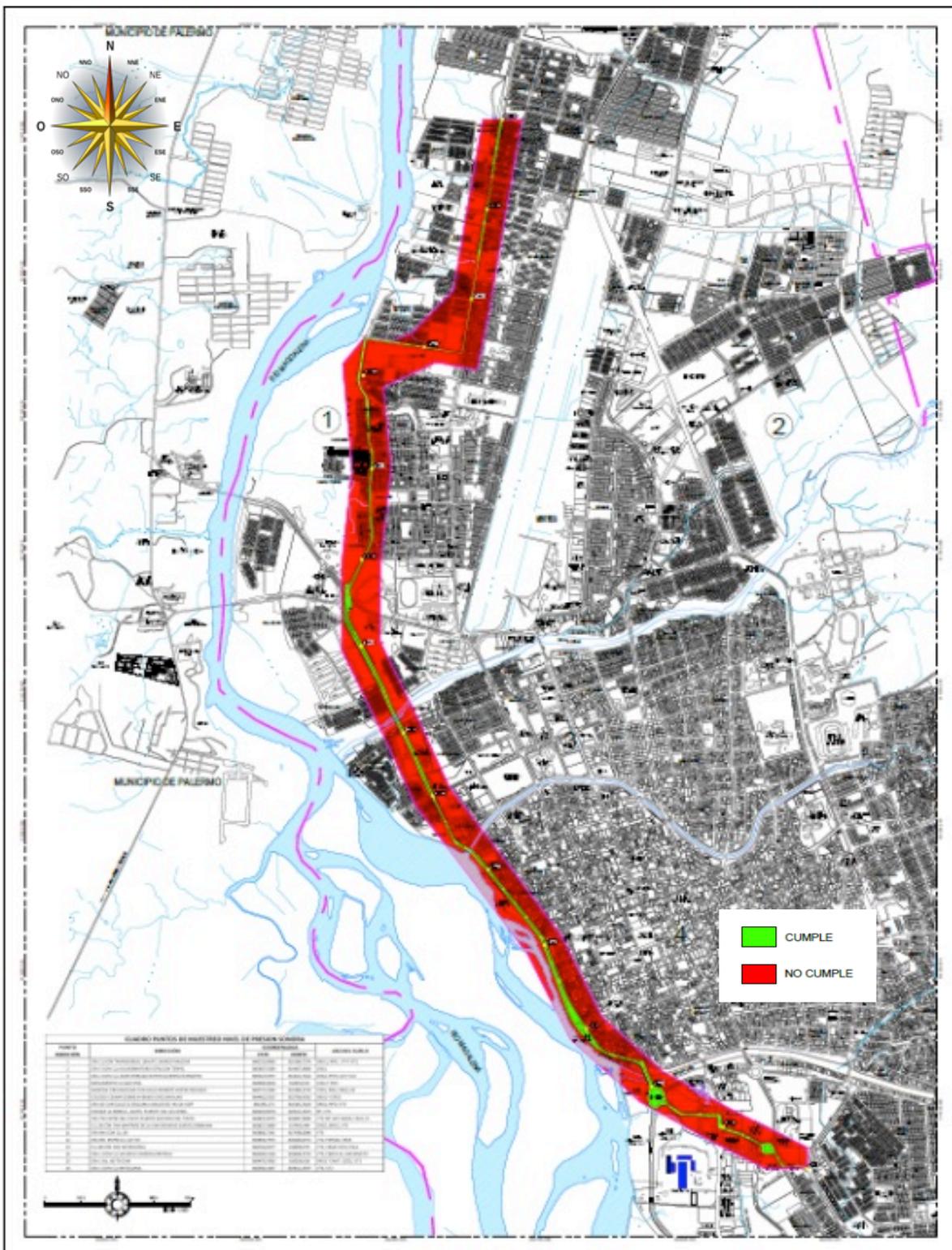


Figura 5 Conflicto de ruido ambiental horario diurno

En la figura 6 se muestra la Comparación de los niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006 en la jornada diurna en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur.



Figura 6. Comparación de los niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006 en la jornada diurna.

Estimada la diferencia del nivel sonoro durante la jornada diurna para cada uno de los puntos en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur, en general, todas son superiores a 1, indicando que la importancia del impacto del ruido en este tramo es alta, registrándose valores que superan los 70 dB, lo cual conforme a lo establecido por la OMS la personas que permanecen expuestas por periodos a 8 horas son una población susceptible a problemas auditivos.

Aunque los mayores registros de nivel de presión sonora se presentaron durante la jornada diurna, a nivel general se encontró que la relación entre la diferencia del nivel presión sonoro nocturno (DSN) y el nivel presión sonoro diurno (DSD), los registros nocturnos mínimo duplican a los registros diurnos en la mayor parte del corredor vial Tramo Norte- Terminal del Sur.

Se tomaron niveles de presión sonora en los 16 puntos estipulados para el corredor vial del tramo norte-terminal del sur durante la jornada nocturna, los respectivos registros se evidencian en la tabla 15 junto con los resultados de estudios que se realizaron en el 2017 y 2011 para los puntos 4, 5 y 6.

Tabla 15. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,t (db), jornada nocturna, día ordinario

PUNTO MEDIC IÓN	DIRE CCIÓN	COORDENADAS		USO DEL SUELO POT NEIVA	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T (dB)			
		X	Y		RES 627 DE 2006	2019	2017	20 11
1	CRA 11 CON TRANSVERSA L 15 AUTO LAVADO NASCAR CRA 5 CON CLL 8 SUR	866133, 9	814180, 7	DRG 1; RPD; VTI Y VT2	50	68,7		
2	SEMÁFORO ESTACION TERPEL CRA 2 CON CLL 2SUR	865697, 6	81440 8,0	CRG1	55	67,4		
3	ENTRADA NORTE GLORIETA ELEFANTES	865327, 0	81462 1,7	CRG2; PRH; C2S Y C1S	55	64,1		
4	MONUMEN TO LA GAITANA AVENIDA CIRCUNVALA R CON CALLE 9	864990, 7	81493 3,0	CZG1 Y PRH	55	68,0	65**	6 7,5# #
5	FRENTE VENTA PESCADO	864774, 3	81538 0,3	CZG1; PRH; CRG2; DZ	55	71,3	68,5 *	7 3#

PUNTO MEDIC IÓN	DIRE CCIÓN	COORDENADAS		USO DEL SUELO POT NEIVA	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T (dB)			
		X	Y		RES 627 DE 2006	2019	2017	20 11
6	COLEGIO CEINAR SOBRE AVENIDA CIRCUNVALA R CRA 1D	864482,6	815786,4	DRG1 Y CRG2	50	68,1	65**	6 2,5# #
7	CON CALLE 21 ESQUINA AGUAS DEL HUILA-ICBF PARQUE LA REBECA -	864194,2	816181,5	DRG1; RPD; VT3	50	67,4		
8	ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA CRA 7W ANTES DEL	864043,8	816521,5	RP; VT3	50	74,0		
9	INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN CLL 28 CON CRA 6W ATRÁS DE LA	863825,0	816987,8	VT2 NO HAY NADA; CZG1; CL	50	67,2		
10	UNIVERSIDA D SURCOLOMBI ANA CRA 6W CON CLL 38	863827,4	817450,5	CRG2; DRG1, VT3	55	66,4		
11	CRA 6W CON CLL 38	863880,7	817938,0	VT3	50	64,1		
12	CRA 6W ENTRE CLL 44 Y 45	863836,8	818440,1	VT2; PZPMA; CRG3	50	62,3		
13	CLL 48 CON CRA 3W ESQUINA	864156,7	818590,9	VT2; CRG3 COCA COLA	50	64,2		
14	CRA 1 CON CLL 53 KIRUS COMIDAS RÁPIDAS	864399,4	818848,4	VT3; CERCA AL ANCIANA TO	50	64,3		

PUNTO MEDIC IÓN	DIRE CCIÓN	COORDENADAS		USO DEL SUELO POT NEIVA	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T (dB)			
		X	Y		RES 627 DE 2006	2019	2017	20 11
15	CRA 1 No. 60-70 CAM	864478,7	819330,6	DRG1 "CAM"; CZG1; VT3	50	63,4		
16	CRA 1 CON CLL 69 ESQUINA	864560,2	819811,4	VT3, VT2	50	61,5		

*Datos tomados de las mediciones nocturna del contrato de consultoría 239 de 2016 celebrado por la CAM.

** Datos tomado de la cartografía nocturna del contrato de consultoría 239 de 2016 celebrado por la CAM.

Datos tomados de las mediciones nocturnas del convenio interadministrativo suscrito entre la CAM y la Universidad Nacional Sede Medellín.

Datos tomado de la cartografía nocturna del convenio interadministrativo suscrito entre la CAM y la Universidad Nacional Sede Medellín.

En la figura 7 se evidencia los niveles de presión sonora sobre el mapa, el cual corresponde al corredor vial del tramo norte-terminal del sur durante la jornada nocturna.

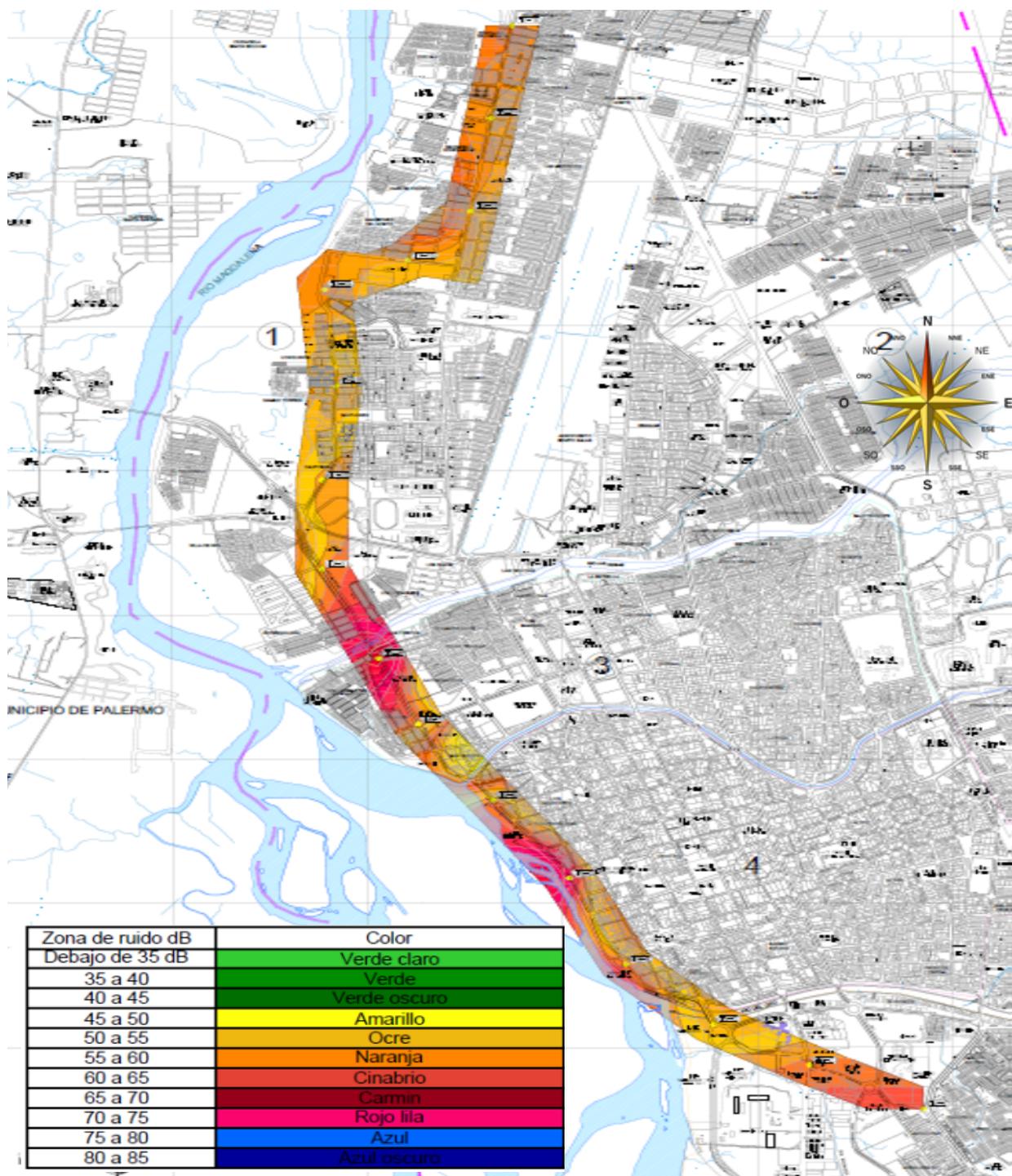


Figura 7. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$ (dB), jornada nocturna, día ordinario

La comparación de los niveles de presión sonora registrados en la jornada nocturna respecto a los estándares máximos permisibles en la resolución 627 del 2006 se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Comparación de niveles de presión sonora calculados con la jornada nocturna vs estándares máximos permisibles resolución 627 del 2006

PUNTO MEDICIÓN	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ponderado A, LAeq,T		
			RES 627 DE 2006	2019	CUMPLE CON LA NORMA
1	CRA 11 CON TRANSVERSAL 15 AUTO LAVADO NASCAR	DRG 1; RPD; VTI Y VT2	50	68,7	NO CUMPLE
2	CRA 5 CON CLL 8 SUR SEMÁFORO NEIVANA DE GAS	CRG1	55	67,4	NO CUMPLE
3	CRA 2 CON CLL 2SUR ENTRADA NORTE GLORIETA MADRE TIERRA	CRG2; PRH; C2S Y C1S	55	64,1	NO CUMPLE
4	MONUMENTO LA GAITANA AVENIDA	CZG1 Y PRH	55	68,0	NO CUMPLE
5	CIRCUNVALAR CON CALLE 9 COLEGIO	PRH; CRG2; DZ	55	71,3	NO CUMPLE
6	CEINAR SOBRE AVENIDA CIRCUNVALAR CRA 1D CON	DRG1 Y CRG2	50	68,1	NO CUMPLE
7	CALLE 21 ESQUINA AGUAS DEL HUILA-ICBF	DRG1; RPD; VT3	50	67,4	NO CUMPLE
8	PARQUE LA REBECA -ANTES	RP; VT3	50	74,0	NO CUMPLE

PUNTO MEDICIÓN	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ponderado A, LAeq,T		
			RES 627 DE 2006	201 9	CUMPLE CON LA NORMA
9	PUENTE RIO LAS CEIBA CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN	VT2 NO HAY NADA; CZG1; CL	50	67,2	NO CUMPLE
10	CLL 28 CON CRA 6W ATRÁS DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIAN A	CRG2; DRG1, VT3	55	66,4	NO CUMPLE
11	CRA 6W CON CLL 38 SANTA INÉS	VT3	50	64,1	NO CUMPLE
12	CRA 6W ENTRE CLL 44 Y 45	VT2; PZPMA; CRG3	50	62,3	NO CUMPLE
13	CLL 48 CON CRA 3W ESQUINA	VT2; CRG3 COCA COLA	50	64,2	NO CUMPLE
14	CRA 1 CON CLL 53 KIRUS COMIDAS RÁPIDAS	VT3; CERCA AL ANCIANAT O	50	64,3	NO CUMPLE
15	CRA 1 No. 60- 70 CAM	DRG1 "CAM"; CZG1; VT3	50	63,4	NO CUMPLE
16	CRA 1 CON CLL 69 ESQUINA	VT3, VT2	50	61,5	NO CUMPLE

En la jornada nocturna el conflicto de ruido ambiental en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur en la ciudad de Neiva se puede observar en la figura 8.

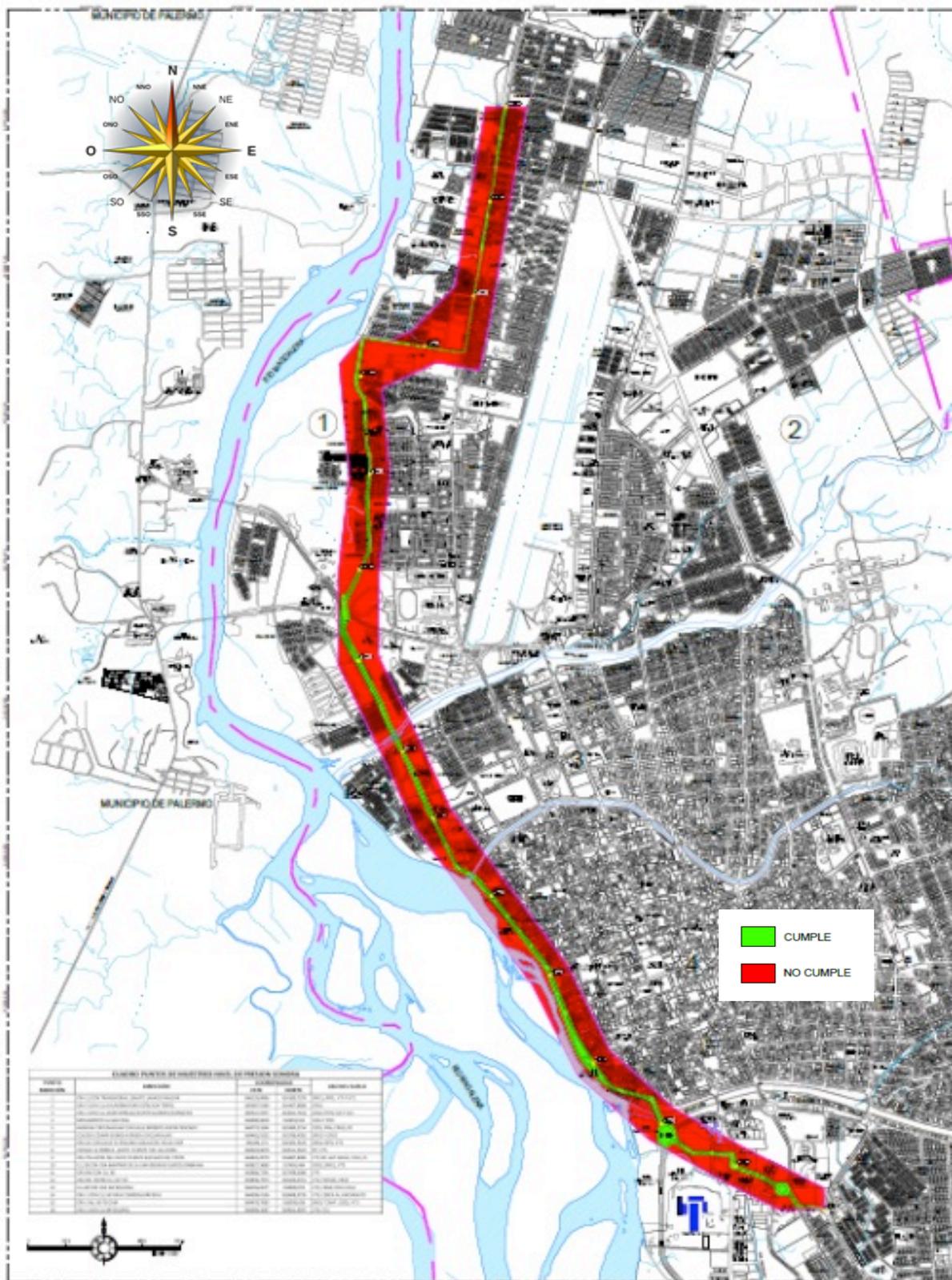


Figura 8 Conflicto de ruido ambiental horario nocturno

En la figura 9 se muestra la Comparación de los niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006 en la jornada nocturna en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur.

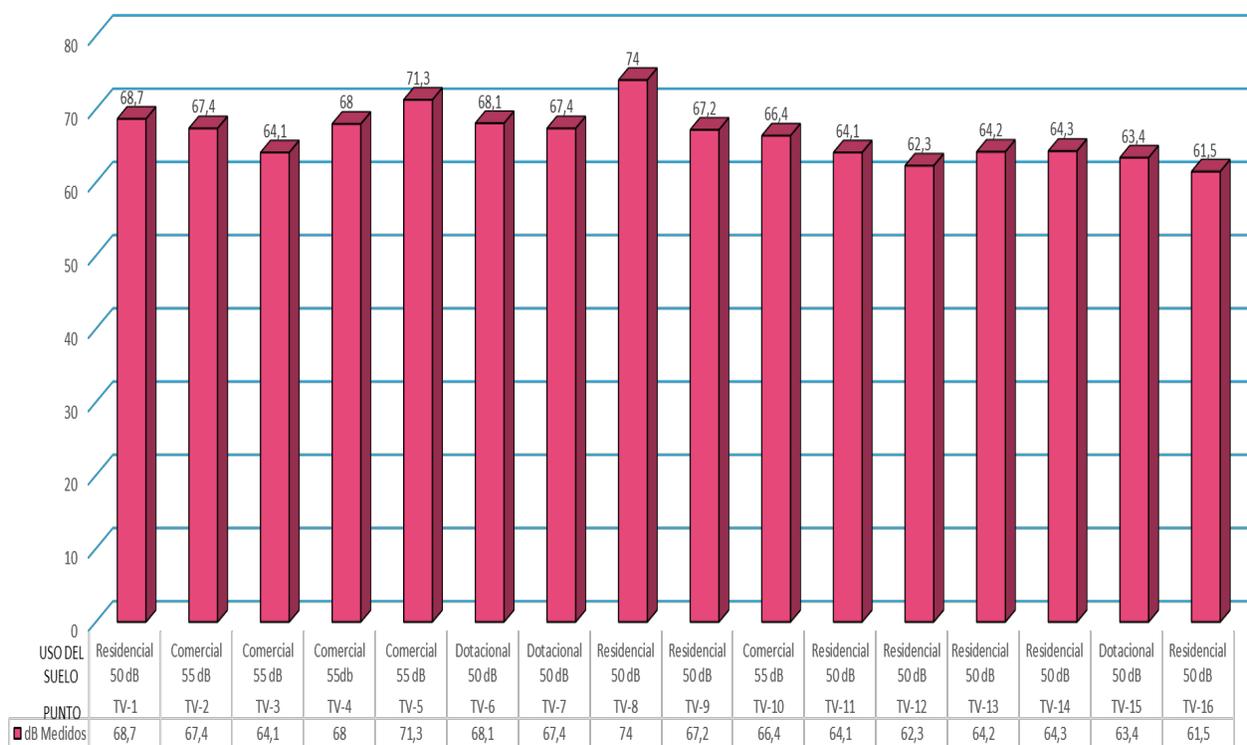


Figura 9. Comparación de los niveles de presión sonora calculados vs estándares máximos permisibles Resolución 627 del 2006 en la jornada nocturna

De lo anterior se establece que en la jornada de la noche se presenta mayor grado de infracción de los límites de estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental establecidos en la tabla No. 2 de la resolución 627 del 2006 del MADS, por ser en la jornada nocturna más restrictivos.

Estimada la diferencia del nivel sonoro durante la jornada nocturna para cada uno de los puntos en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur, todas se encuentran por encima de 1, indicando que la importancia del impacto del ruido en este tramo también es alta para dicha jornada, registrándose en un rango entre los 61 dB hasta 74 dB.

Los niveles de presión sonora en los 16 puntos estipulados para el corredor vial del tramo norte-terminal del sur durante la jornada nocturna y diurna, los respectivos registros se evidencian en la tabla 17 en los cuales se comparan junto con la normatividad vigente.

Tabla 17. Diferencia sonora en jornada diurna y nocturna

N o.	PUNTO MEDICIÓN DIRECCIÓN	JORNADA DIURNA			JORNADA NOCTURNA			C u m p l e c o n l a n o r m a	Diferen cia n i v e l s o n o r o D S N = (3) - (4)	Índice variación entre diferenci a de nivel presión sonoro (D S N /D S D)
		dB n o r m a (1)	LA e q (2)	Cumpl e c o n l a n o r m a	Diferen cia N i v e l s o n o r o D S D = (2) - (1)	dB n o r m a (3)	LAe q (4)			
1	CRA 11 CON TRANSVERS AL 15 AUTO LAVADO NASCAR	65	71, 1	No	6,1	50	68,7	No	13,7	3,07
2	CRA 5 CON CLL 8 SUR SEMÁFORO NEIVANA DE GAS	70	73, 2	No	3,2	55	67,4	No	7,4	3,88
3	CRA 2 CON CLL 2SUR GLORIETA	70	71, 1	No	1,1	55	64,1	No	4,1	8,27

N o.	PUNTO MEDICIÓN	JORNADA DIURNA			JORNADA NOCTURNA			Índice variación entre diferenci a de nivel presión sonoro (DSN/DS D)		
		dB norma (1)	LA eq (2)	Cumpl e con la norma	Diferen cia Nivel presión sonora DSD= (2) - (1)	dB norma (3)	LAeq (4)		Cu mpl e con la norma	Diferen cia nivel presión sonora DSN= (3) - (4)
4	MADRE TIERRA MONUMENT O LA GAITANA AVENIDA CIRCUNVAL AR CON CALLE 9 FRENTE VENTA PESCADO COLEGIO CEINAR SOBRE AVENIDA CIRCUNVAL AR CRA 1D CON CALLE 21 ESQUINA AGUAS DEL HUILA-ICBF PARQUE LA REBECA -	70	70, 6	No	0,6	55	68,0	No	8,0	21,67
5	ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN	70	74, 5	No	4,5	55	71,3	No	11,3	3,62
6	ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN	65	73, 5	No	8,5	50	68,1	No	18,1	2.12
7	ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN	65	74, 9	No	9,9	50	67,4	No	17,4	1,75
8	ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN	65	73, 9	No	8,9	50	74,0	No	19,0	2,70
9	ANTES PUENTE RIO LAS CEIBA CRA 7W ANTES DEL INICIO PUENTE ELEVADO DEL TIZÓN	65	75, 0	No	10,0	50	67,2	No	12,2	1,72

N o.	PUNTO MEDICIÓN	JORNADA DIURNA			JORNADA NOCTURNA			Índice variación entre diferenci a de nivel presión sonoro (DSN/DS D)		
		dB norma (1)	LA eq (2)	Cumpl e con la norma	Diferen cia Nivel presión sonora DSD= (2) - (1)	dB norma (3)	LAeq (4)		Cu mpl e con la norma	Diferen cia nivel presión sonora DSN= (3) - (4)
10	CLL 28 CON CRA 6W ATRÁS DE LA UNIVERSID AD SURCOLOM BIANA CRA 6W	70	73, 0	No	3,0	55	66,4	No	6,4	3,80
11	CON CLL 38 SANTA INES CRA 6W	65	73, 0	No	8,0	50	64,1	No	14,1	1,76
12	ENTRE CLL 44 Y 45	65	68, 1	No	3,1	50	62,3	No	7,3	3,97
13	CLL 48 CON CRA 3W ESQUINA CRA 1 CON	65	70, 6	No	5,6	50	64,2	No	9,2	2,54
14	CLL 53 KIRUS COMIDAS RÁPIDAS	65	70, 9	No	5,9	50	64,3	No	9,3	2,42
15	CRA 1 No. 60-70 - CAM	65	70, 3	No	5,3	50	63,4	No	8,4	2,53
16	CRA 1 CON CLL 69 ESQUINA	65	67, 9	No	2,9	50	61,5	No	6,5	3,97

Los resultados obtenidos de la evaluación de los niveles de presión sonora entre semana tanto para la jornada diurna como en la nocturna en el área de influencia del corredor vial del tramo

norte-terminal del sur, permite establecer que en las áreas aledañas de acuerdo su uso del suelo, se superan los niveles establecidos en la Resolución 627 del 2006 del MADS.

En toda la trayectoria de la vía (Calzada de rodadura o de circulación de vehículos) desde el tramo norte - hasta el terminal del sur para las dos jornadas, diurna y nocturna los niveles de presión sonora determinados cumplen con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental establecidos en 80 y 70 dB respectivamente para cada jornada en la Resolución 627 del 2006 del MADS.

Los datos registrados en el sector los cuales existen antecedentes de estudios anteriores, tanto para la jornada diurna y nocturna para días ordinarios, muestran consistencia con los niveles de presión sonora para el corredor vial del tramo norte-terminal del sur calculados en el 2019 para las dos jornadas.

Las razones que influyeron en los dB registrados en las dos jornadas puede estar asociado a exceso de velocidad de los vehículos circulantes que para el tramo en estudio, el límite máximo permitido es 30Km/h, el tipo de motor de combustión, la falta de elementos silenciadores en motos, el uso de bocinas y además el alto flujo de todo tipo de vehículos en este tramo.

1.2 Presión sonora al interior del vehículo de transporte público

En la figura 10 se evidencia los niveles de presión sonora en el interior de vehículos de transporte, los cuales corresponden a tres buses en las rutas de la zona norte del tramo en estudio.

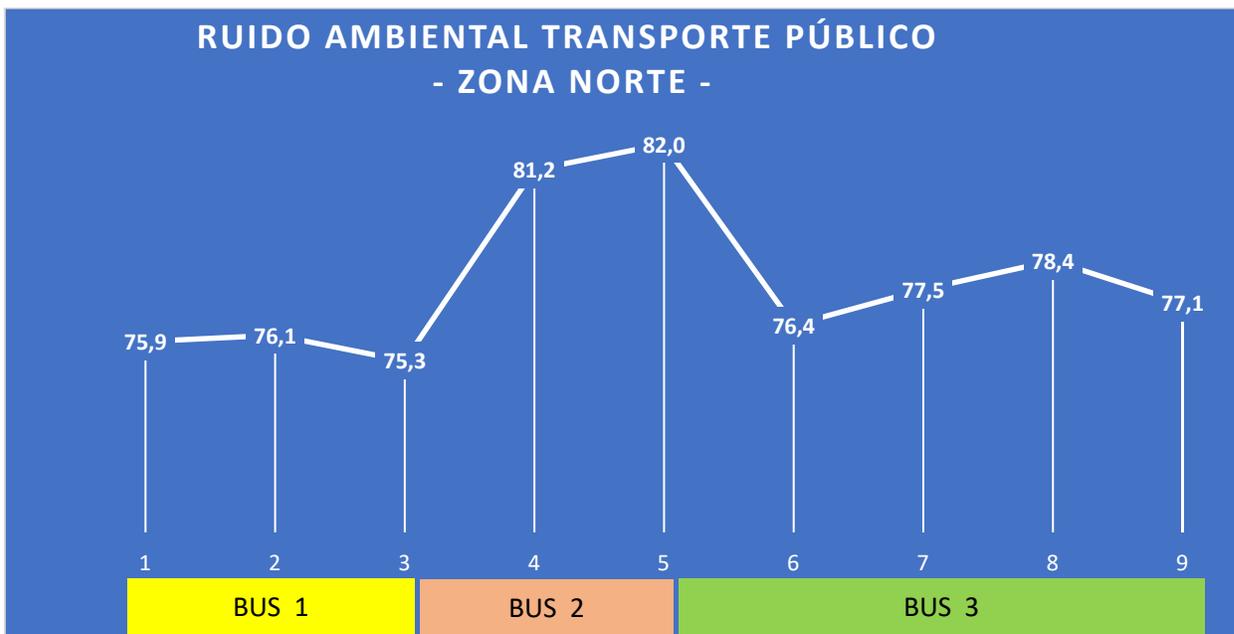


Figura 10. Presión sonora al interior de vehículo de transporte

La medición de ruido al interior del vehículo de transporte público no se realizó en la totalidad del tramo o zona en estudio, debido a que la zona circunvalar no hay ruta de transporte urbano, por lo cual se limitaron las mediciones en rutas de la zona norte, específicamente en la comuna 1, sobre la carrera 6w, calle 40, y la carrera 1 y 2.

De los datos registrados se observó que los valores para los buses 1 y 3 superan lo establecido en la Tabla No. 2 denominada “Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresado en decibeles dB(A)” para zonas de uso industrial, cuyo valor es de 75 dB; de igual forma para el bus No 2 se registraron valores superiores a 80 dB, valor definido para zonas con usos relacionados como parque mecánico o áreas destinadas a espectáculos públicos.

Entre las variables identificadas que influyeron en el momento de la medición, son el uso de radios para escuchar música, el uso de aire acondicionado, el exceso de velocidad y el tipo de motor de combustión utilizado en estos medios de transporte, los cuales funcionan a base de ACPM.

De la figura No 8 se puede apreciar que el bus No. 2 registra mayores valores de decibeles en el recorrido, esto debido principalmente al exceso de velocidad, el encerramiento por el aire acondicionado, las conversaciones, la música y el ruido del motor el cual funciona a base de ACPM como se mencionó anteriormente.

1.2 Puntos especiales

Se identificaron dos sitios de esparcimiento en el corredor vial del tramo norte-terminal del sur que por su ubicación permitieron ser considerados como casos especiales.

1.2.1 La Caqueteña

Sitio de esparcimiento no confinado en horas de la noche, ubicado sobre la avenida la circunvalar entre calle 5 y 6 en zona comercial, las mediciones de los niveles de presión sonora en diferentes radio se evidencian en la tabla 18.

Tabla 18. Mediciones del punto especial La Caqueteña

Radio	Medición Real (dB)	Nivel sonoro ideal
1	80,5	
5	74,7	66,5
10	70,4	68,7
15	69,7	66,9
20	71,0	67,2
25	71,8	69,1
30	65,6	70,2

1.2.1.2 Evaluación Impacto ambiental generado en el punto especial “La Caqueteña”

Conforme al plano de Usos del Suelo para la ciudad de Neiva, el radio de influencia del establecimiento La Caqueteña desde 1m hasta los 30 m se ubica en zona comercial tipo CZG1 y CRG1, al cual le corresponde conforme a lo establecido en la Resolución 627 del 2006 del MADS un valor de 55 decibeles por funcionar en jornada nocturna.

En la tabla 19 se muestra la evaluación e impacto ambiental en el punto especial la caqueteña el cual se compara con la normatividad.

Tabla 19. Evaluación impacto ambiental generado en el punto especial “La Caqueteña”

Radio (m)	dB real	dB norma	dB real - dB norma	Evaluación impacto
1	80,5	55	25,5	Alto
5	74,7	55	19,7	Alto
10	70,4	55	15,4	Alto
15	69,7	55	14,7	Alto
20	71,0	55	16	Alto
25	71,8	55	16,8	Alto
30	65,6	55	10,6	Alto

En la figura 11 se muestra los niveles de presión sonora en el punto la caqueteña en los diferentes radios comparados con la normatividad vigente.

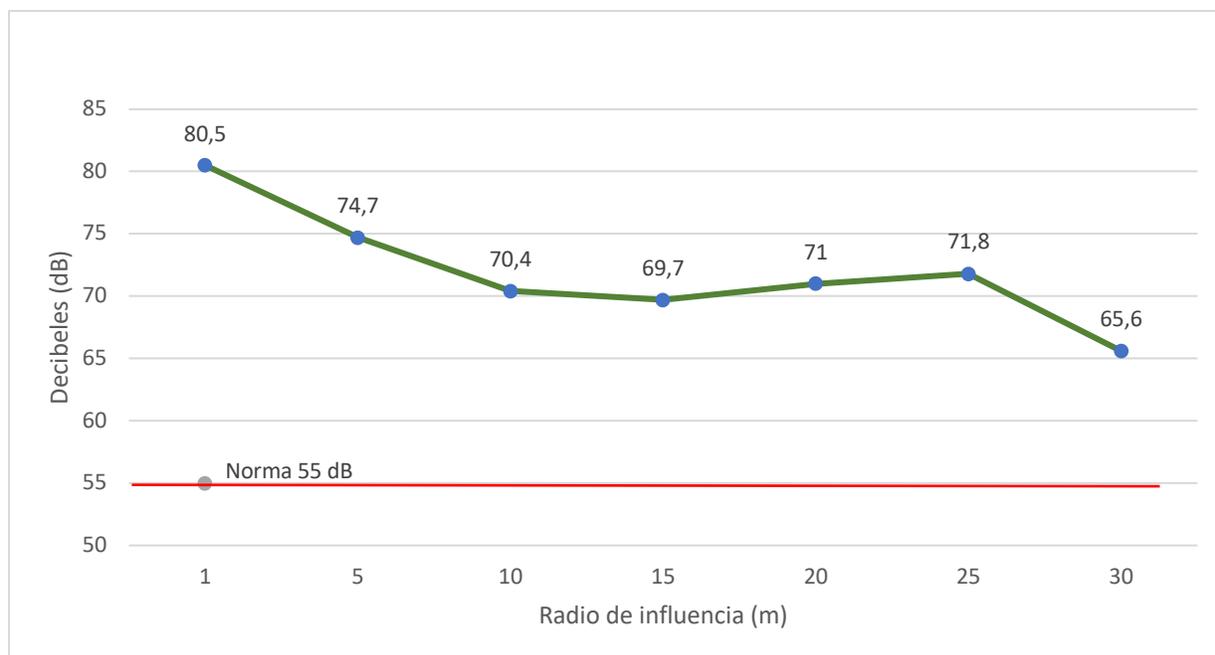


Figura 11. Mediciones reales dB punto especial “La Caqueteña”

Para el caso del establecimiento denominado La Caqueteña, se establece que hasta en una longitud de 25 metros de radio de este local comercial de esparcimiento se superan todos los niveles de presión sonora ideal, para los distintos radios de medición conforme a la metodología establecida y que únicamente se aprecia un valor por debajo al nivel sonoro ideal a los 30 metros de radio.

Respecto a la evaluación del impacto ambiental en el establecimiento denominado La Caqueteña la diferencia entre los dB medidos en terreno (radio establecido en la metodología) y los dB establecidos en la norma, para este punto especial arrojan resultados mayores a 1, que conforme a lo establecido por Muriel & Cortés (2008), el grado de importancia del impacto es alto.

1.2.2. El Ayer

Sitio de esparcimiento confinado, ubicado sobre la avenida la circunvalar con calle 21, cerca de zona de uso de suelo residencial, institucional y recreativo parque deportivo, las mediciones de los niveles de presión sonora en diferentes radios se evidencian en la tabla 20.

Tabla 20 . Mediciones del punto especial el ayer

Radio	Medición Real (dB)	Nivel sonoro ideal
1	74,7	
5	71,5	60,7
10	70,8	65,5
15	60,5	67,3
20	60,2	58,0
25	54,6	58,3
30	62,7	53,0

1.2.2.1 Evaluación impacto ambiental generado en el punto especial “El Ayer”

Para la evaluación impacto ambiental del establecimiento “El Ayer”, de acuerdo con la cartografía de uso del suelo de la ciudad de Neiva, y por funcionar en horas de la noche y para radios desde 1 m hasta 30 m, le corresponde valor de 50 decibeles conforme a lo establecido en la Resolución 627 de 2006; en la tabla 21 se muestra la evaluación e impacto ambiental en el punto especial el ayer el cual se compara con la normatividad vigente.

Tabla 21. Evaluación del impacto ambiental del “El Ayer”

Radio	dB real	dB norma	dB real - dB norma	Evaluación impacto
1	74,7	50	24,7	Alto
5	71,5	50	21,5	Alto
10	70,8	50	20,8	Alto
15	60,5	50	10,5	Alto
20	60,2	50	10,2	Alto
25	54,6	50	4,6	Alto
30	62,7	50	12,7	Alto

En la figura 12 se muestra los niveles de presión sonora en el punto el ayer en los diferentes radios comparados con la normatividad vigente.

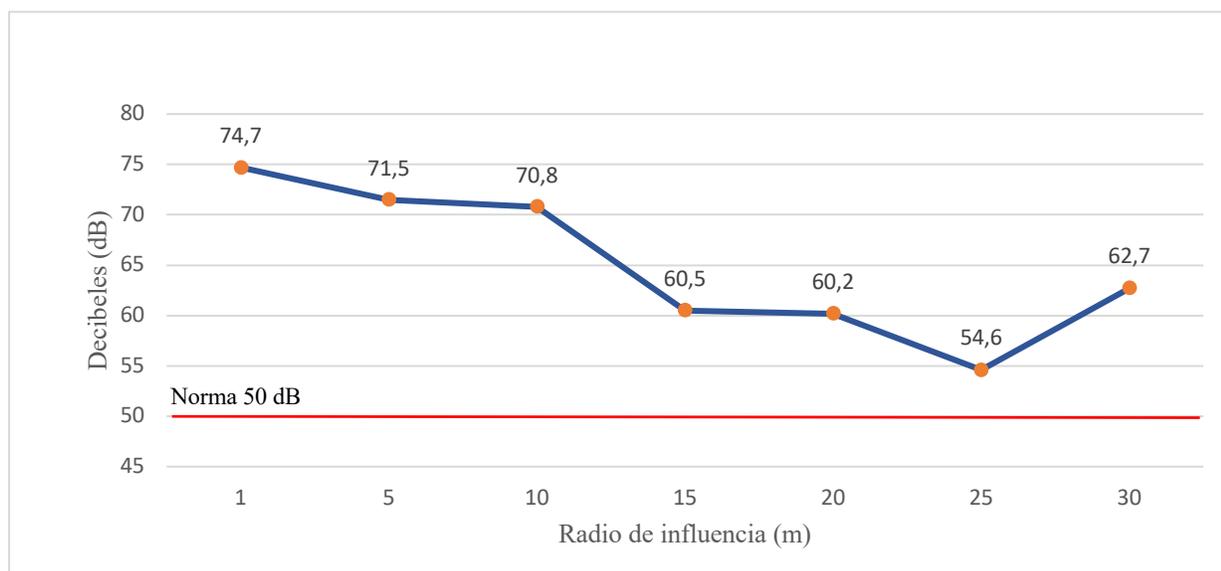


Figura 12. Mediciones reales dB punto especial “El Ayer”

Para El Ayer se puede observar que la mayor afectación de este establecimiento es hasta un radio de 10 metros, la inconsistencia presentadas a los 20 y 30 metros de radio están justificadas a la circulación de motocicletas en esos puntos específicos en el momento de la medición.

En términos generales la evaluación del impacto ambiental conforme a lo establecido por Muriel & Cortés (2008) para el establecimiento denominado El Ayer, es alto, esto debido a que la diferencia entre los decibeles medidos en terreno (a diferentes radios según establecido en la metodología) y los valores tomados de la norma para este punto es superior a 1.

Es de resaltar que las mediciones de presión sonora que se efectuaron en los puntos especiales descritos anteriormente se encuentran localizados sobre un corredor vial, el cual incide en los datos registrados puesto que el equipo de medición detecta el ruido generado por el tráfico vehicular en este tramo.

1.3 Instrumento de percepción de la intensidad de los niveles de ruido en la comunidad circundante.

El índice de alfa de Cronbach calculado es de 0.94, con lo cual se verifica que la confiabilidad del instrumento aplicado para evaluar la percepción de, es de altamente confiable.

Determinación de la muestra

De acuerdo a la ecuación se deben aplicar un total de 30 encuestas, sin embargo para generar que la aplicación del instrumento fuera uniforme en todos los puntos de medición, se tomó la decisión de aplicar 32 encuestas, es decir 2 para cada punto de medición; en la tabla 22 se muestra el grado de precepcion junto con su valor correspondiente.

Tabla 22. Grado de percepción

GRADO PERCEPCIÓN		VALOR
N	Nada	1
P	Poco	2
A	Aceptable	3
M	Mucho	4
I	Intolerable	5

La evaluación de la percepción de los niveles de presión sonora se evidencian en la figura 13 en los cuales se aplica el grado del percepción mostrados en la tabla 20 para la población encuestada en el tramo vial terminal del sur – zona norte.

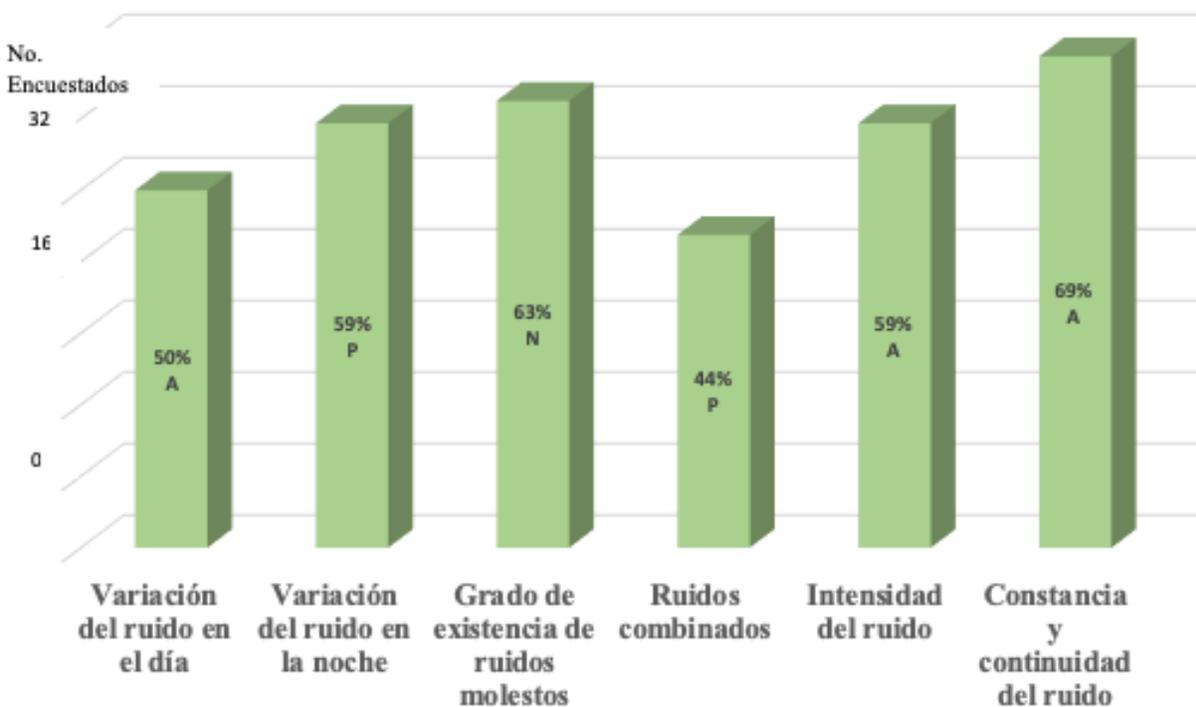


Figura 13. Evaluación de la percepción de los niveles de presión sonora

De la Figura No. 13 se establece que, para los encuestados, la percepción sonora varía entre el rango de poco a aceptable con valores que oscilan desde el 50% hasta el 69% respectivamente para cada variable analizada; de lo registrado en el instrumento para evaluar la percepción sonora, se puede deducir que la percepción de intolerancia derivada por ruidos es relativamente bajo en el tramo vial, esto debido a que la mayor parte se dedica a uso comercial.

En la figura 14 se muestra la evaluación del grado de afectación de los niveles de presión sonora para la población encuestada en el tramo vial terminal del sur – zona norte.

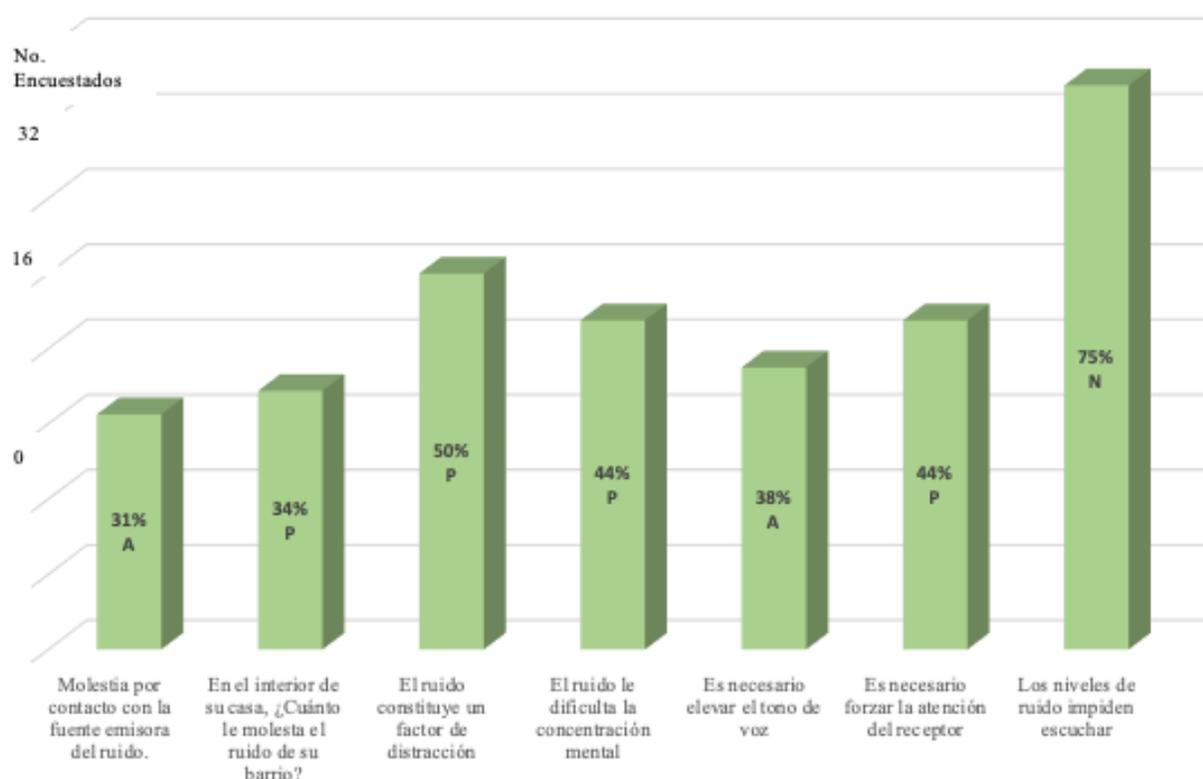


Figura 14. Evaluación del grado de afectación de los niveles de presión sonora

De la Figura No. 14 para el total de la población encuestada en el tramo vial terminal del sur – zona norte, el grado de afectación de los niveles de presión sonora se encuentran distribuidos desde

nada a aceptable, reflejando que para la población circundante el ruido no limita o se convierte en un factor de intolerancia, esto debido posiblemente a que el desarrollo comercial de la zona es factor decisivo en la respuesta de cada individuo.

Las fuentes de ruido y su afectación en actividades cotidianas en la población encuestada se muestran en la figura 15, la cuales se evidencia el resultado en porcentaje de afectación del ruido al interior como en el exterior de la edificación en el tramo vial terminal del sur – zona norte.

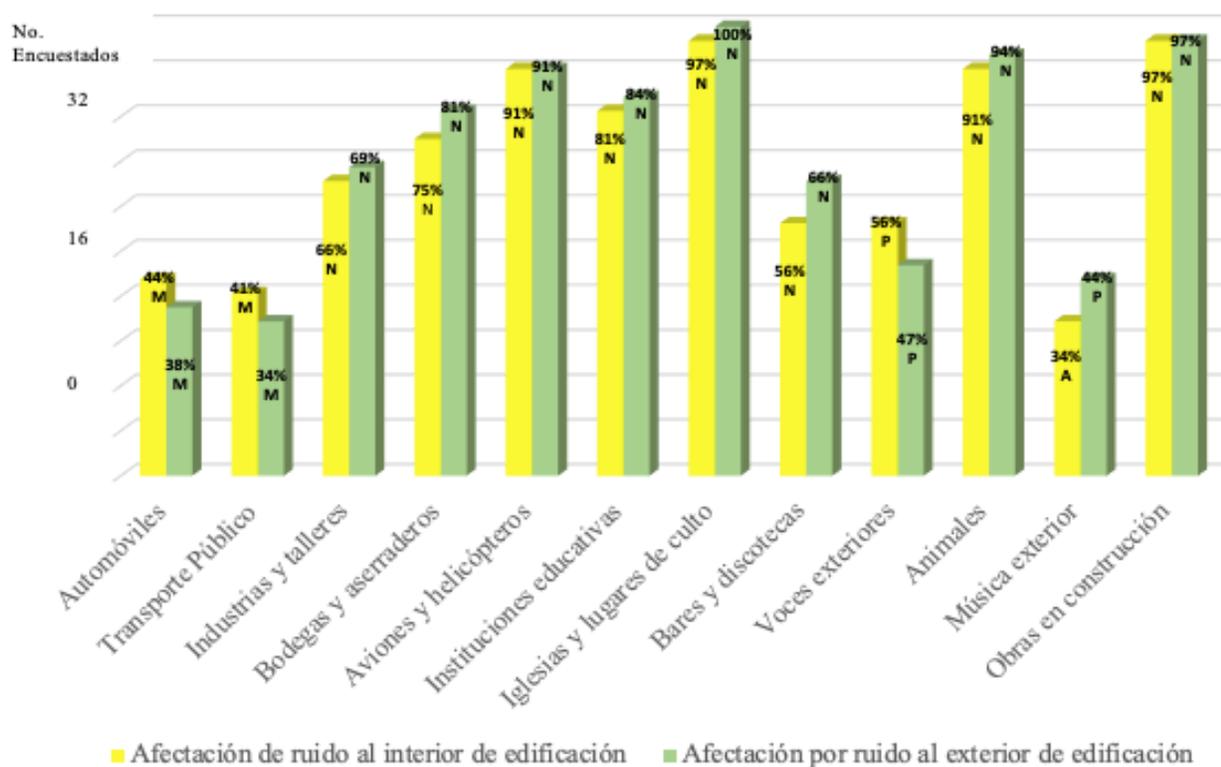


Figura 15. Fuentes de ruido y su afectación en actividades cotidianas

Figura No. 15 se puede observar que para los encuestados la afectación de ruido en sus actividades cotidiana tanto al interior o exterior de una edificación es generada principalmente por

los automóviles y transporte público, lo cual está acorde con en el tramo en estudio ya que es una de las vías de principal circulación de vehículos en la ciudad, incluyendo motocicletas.

Dentro de las fuentes emisoras de ruido ambiental de menor incidencia para desarrollo de actividades cotidianas al interior o exterior de una edificación son las emitidas por iglesias y lugares de culto seguidas de las obras en construcción y aviones y helicópteros.

Las afectaciones en actividades cotidianas según jornada se evidencian en la figura 16, las cuales en porcentaje se muestran también la afectación entre semana y el fin de semana en la población encuestada.

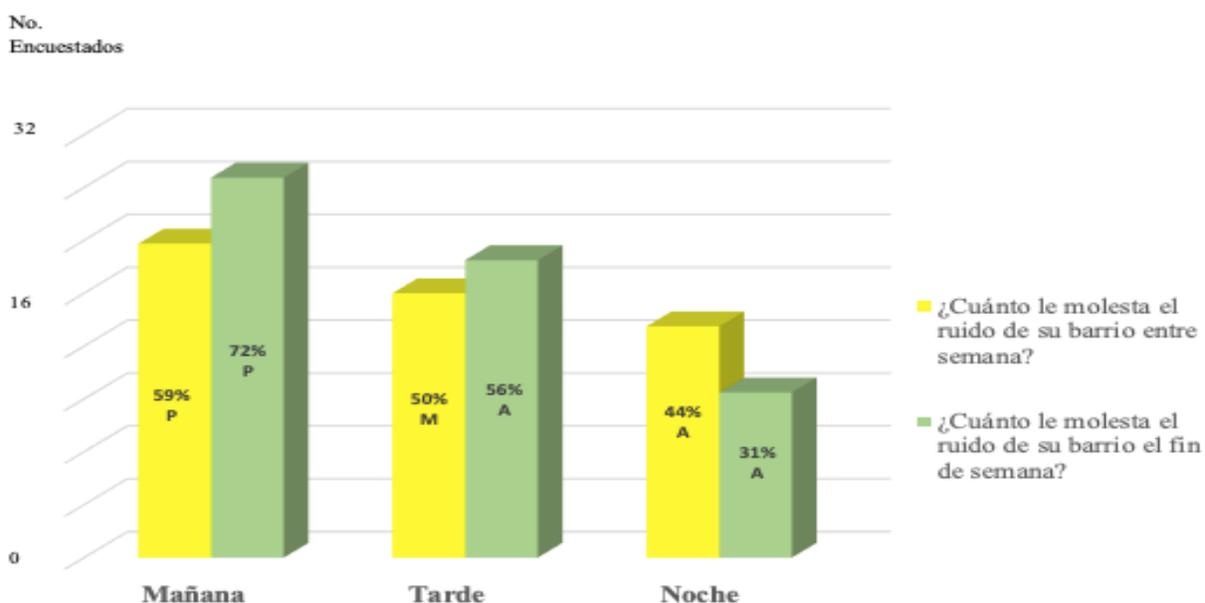


Figura 16. Afectación en actividades cotidianas según jornada

Figura No 16 se puede apreciar que en la jornada de mayor afectación en las actividades cotidianas es la tarde, registrando valores del 50% y 56% entre semana y fin de semana

respectivamente, por otra parte, las persona manifiestan que la menor afectación es en la jornada de la mañana.

En la figura 17 se muestra la afectación del ruido del barrio en actividades diarias en porcentaje en la poblacion encuestada en el tramo vial terminal del sur – zona norte.

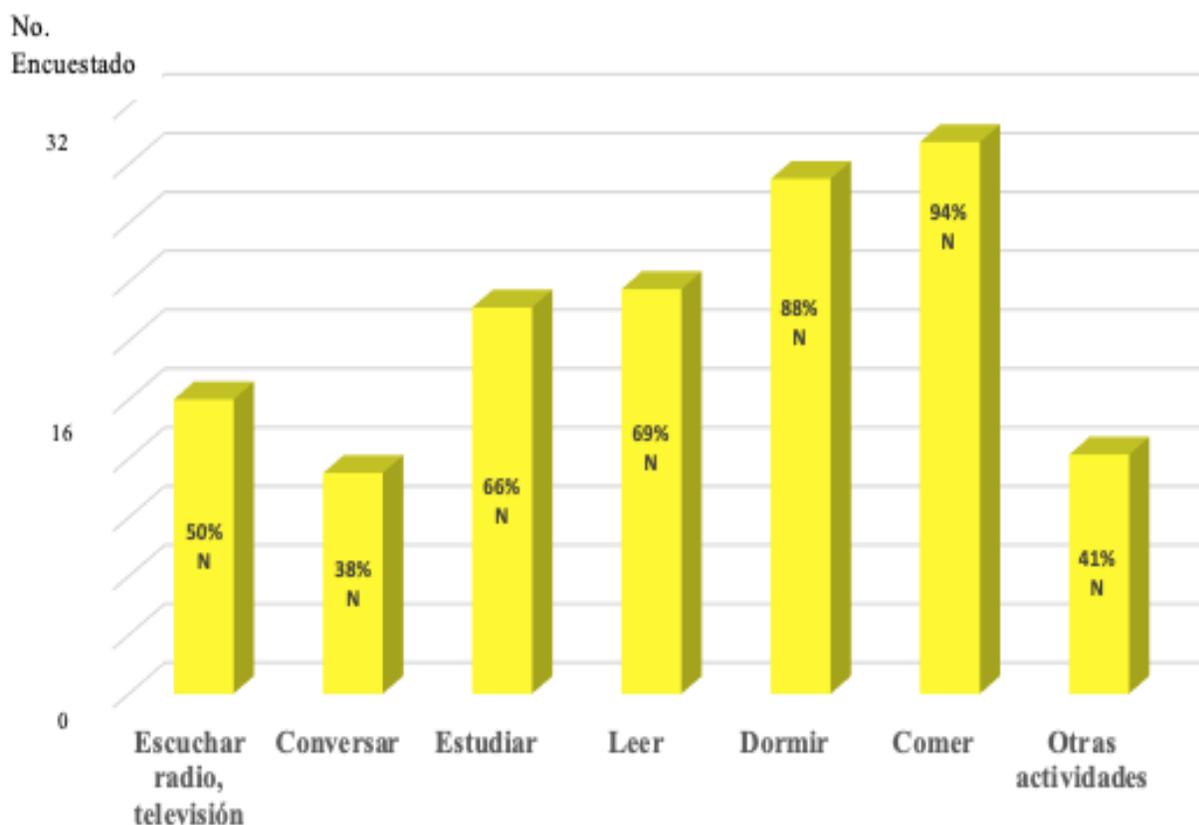


Figura 17. Afectación del ruido del barrio en actividades diarias

En la Figura No 17 La población encuestada manifiesta que el ruido no incide o afecta de manera significativa en general en sus actividades diarias cotidianas, siendo las de menor afectación comer con 94% y la de dormir con un valor del 88% del total encuestado.

2. Conclusiones

El 100 % de las infraestructuras (viviendas, locales comerciales, colegios, oficinas de uso doracional) localizadas en la zona de influencia establecido para el corredor vial tramo norte terminal del sur, se encuentra en zona de conflicto por emisiones de ruido ambiental tanto para la jornada diurna como para la jornada nocturna.

Se estableció que en las áreas localizadas en la trayectoria del corredor vial tramo norte-terminal del sur, no se cumplen con los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental definidos en la tabla No. 2 de la resolución 627 del 2006 del MADS tanto para el día como para la noche, se determinó que en la jornada nocturna se presenta mayor grado de infracción de la norma, esto permite afirmar que es el tráfico vehicular, la variable que influye en la alteración de los niveles de presión sonora ambiental, por lo cual se debe considerar reubicar a zonas de mayor tranquilidad establecimientos como el hogar geriátrico y bienestar familiar y/o adoptar medidas de ingeniería para mitigación de estos impactos.

En general para el transporte público urbano en el interior de los vehiculos la población se encuentra expuesta a niveles de ruido superiores de 75 dB, valores que corresponden a zonas con usos, tales como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales.

Para la población encuestada, la percepción de la intensidad de los niveles de ruido en área circundante al corredor vial del tramo norte-terminal del sur, no representa en general afectación alguna para el desarrollo de sus actividades cotidianas, sin embargo, se registró que los vehículos

y transporte público son las fuentes emisoras de mayor afectación a la población encuestada, lo cual es concordante con los valores de presión sonora medidos en el área en estudio, puesto que es una vía principal de acceso y alta movilidad en la ciudad de Neiva.

De acuerdo a la información consignada se puede inferir que la población circundante al área de estudio se ha vuelto tolerante a los altos niveles de ruido ambiental, sin embargo, ello no implica que estén exentos a problemas de salud, ya que los niveles registrados superan los valores permisibles de acuerdo a la resolución OMS.

3. Recomendaciones

Se debe tener en cuenta en la elaboración del POT de la ciudad de Neiva con relación al uso del suelo, es que en toda la trayectoria del corredor vial en estudio, la gran mayoría de viviendas ubicadas sobre la vía están dedicadas a uso comercial, de igual forma algunas áreas designadas de uso comercial (antiguas instalaciones de la licorera) se encuentran establecidas zonas residenciales; lo cual afecta de forma directa los estándares máximos permisibles de niveles de los niveles de ruido ambiental para estas áreas.

Es importante que, en el instrumento de percepción de la intensidad de los niveles de ruido en la comunidad circundante, sea considerada como una variable en la emisión de ruido las motocicletas, esto como fundamento que cuando se realizaron las mediciones en las dos jornadas un alto porcentaje de los vehículos circulantes eran motocicletas.

Se evidencia con los resultados de este estudio que es imperativo por parte de la administración municipal y la autoridad ambiental competente, implementar un plan de descontaminación por ruido para el Corredor Vial del Tramo Norte-Terminal del Sur, ya que se superan todos los estándares de máximos permisibles de ruido ambiental.

4. Referencias

- Álvarez et al. (2006), Meliá, et al. (1990), Ledesma et al. (2002) y Oviedo et al. (2005), citados por Castro J.K; Cerquera N.E y Escobar, F.H (2015)
- Auger, N., Duplaix, M., Bilodeau-Bertrand, M., Lo, E., & Smargiassi, A. (2018). Environmental noise pollution and risk of preeclampsia. *Environmental Pollution*, 239, 599–606. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.060>
- Amaya,L;Lenis,J;Gomez,L;Ramirez,L.(2017).Mapas de ruido ambiental para sus areas criticas prioritarias y plan de descontaminacion por ruido del municipio de Neiva,de conformidad con lo establecido en la resolucion No 627 de 2006. Corporación Autónoma Regional del alto Magdalena
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). Guías para el ruido urbano OMS. In *Stockholm University y el Karolinska Institute*. (No. 1). Londres, Reino Unido,.
- Bloemsma, L. D., Wijga, A. H., Klompaker, J. O., Janssen, N. A. H., Smit, H. A., Koppelman, G. H., ... Gehring, U. (2019). The associations of air pollution, traffic noise and green space with overweight throughout childhood: The PIAMA birth cohort study. *Environmental Research*, 169(November 2018), 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.026>
- Castro J.K; Cerquera N.E y Escobar, F.H. (2015). Model of economic value for the desertification process of the “Tatacoa Desert”. *Journal Of Engineering And Applied Sciences* ISSN: 1819-6608 ed: v.10 fasc.8, Pakistán, p. 6
- Castro J.K. (2018). Niveles de presión sonora y mapas de ruido. Guía práctica de laboratorio, Maestría en Ingeniería y Gestión ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia, p. 4
- Castro J. K. 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.(2015). Estrategias de Sostenibilidad Ambiental para Contrarrestar Efectos de Erosión y Degradación de Suelos en la Ecorregión Desierto de la Tatacoa. Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental.Universidad Surcolombiana.Neiva.p.62
- Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca CAR. (2007). *Mapa de Ruido Municipio de Girardot Cundinamarca*. Girardot Cundinamarca.
- Cruz, E. S. D. La. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la avenida Javier Prado. *Industrial Data*, 10(1), 11–15. Retrieved from

- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81610103>
- Delgado, O., & Martínez, J. (2015). Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca – Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario. *Ciencias Espaciales*, 8(1), 30. <https://doi.org/10.5377/ce.v8i1.2059>
- Díaz, N. L. (2017). *Verificación del Cumplimiento Normativo de los Niveles de Presión Sonora Previstos en la Resolución 627 para el Subsector Hospitalario en la Ciudad Bogotá*. Universidad de la Salle.
- Estrada, C., & Méndez, I. (1997). Impacto Del Ruido Ambiental En Estudiantes De Educación Primaria De La Ciudad De México. *Revista Latinoamericana De Medicina Conductual*, 1, 4.
- Findlay, C. R., Ripple, H. D., Coomber, F., Froud, K., Harries, O., van Geel, N. C. F., ... Wilson, B. (2018). Mapping widespread and increasing underwater noise pollution from acoustic deterrent devices. *Marine Pollution Bulletin*, 135(August), 1042–1050. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.042>
- German Miriam, & Santillán Arturo. (2006). Del concepto de ruido urbano al de paisaje sonoro. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 1(10), 39–52. Retrieved from <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=74801005>
- Hernández, D. (2010). Cómo calcular el tamaño de la muestra. Consultado el 20 de enero de 2019, disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Y0XLJnGbFQs>
- Hunashal, R. B., & Patil, Y. B. (2012). Assessment of Noise Pollution Indices in the City of Kolhapur, India. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 37, 448–457. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.310>
- Johana Leseth Molina Cardenas, G. F. V. C. (2015). *Estudio del Ruido en la Troncal Transmilenio Tramo Heroes-Museo de Oro como Indicador de Calidad del Servicio y Elemento Urbano en el Corredor* (Universidad de la Salle). <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Jorge Alberto Cano Alvarez. (2009). *Metodología para el Análisis de la Dispersión del Ruido en Aeropuertos, Estudio de Caso Olaya Herrera de la Ciudad de Medellín* (Universidad Nacional de Colombia). Retrieved from <http://www.albayan.ae>
- Jorge Leonardo Quiroz Arcentales. (2016). *Síntomas de Estrés asociados a la Percepción de Ruido Ambiental en la Población de Cinco Zonas de la Localidad de Kennedy, Bogotá 2012* (Universidad Distrital Francisco José de Caldas). <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>
- Juan Sebastián Ramírez Zarta, Luz Adriana García Ladino, A. M. M. C. (2016). *Medición del Nivel de Ruido Ambiental en la Comuna de la Ciudad de Neiva*. Corporación Universitaria del Huila-CORHUILA.
- Khan, J., Ketzler, M., Kakosimos, K., Sørensen, M., & Jensen, S. S. (2018). Road traffic air and noise pollution exposure assessment – A review of tools and techniques. *Science of the Total Environment*, 634, 661–676. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.374>
- Liu, T., Lin, C. C., Huang, K. C., & Chen, Y. C. (2017). Effects of noise type, noise intensity, and illumination intensity on reading performance. *Applied Acoustics*, 120, 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.01.019>
- López Ugalde, A., Fajardo Dolci, G., Chavolla Magaña, R., Mondragón González, A., & Robles, M. (2000). Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. *Rev Fac Med UNAM*, 43(2), 2. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2000/un002b.pdf>

- Lu, C., Gao, L., Li, X., Zheng, J., & Gong, W. (2018). A multi-objective approach to welding shop scheduling for makespan, noise pollution and energy consumption. *Journal of Cleaner Production*, 196, 773–787. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.137>
- Luis Hernan Sanchez, Odila Rios V, J. M. M. (2011). *Niveles de ruido ambiental en la zona microcentro del Municipio de Neiva-Huila*. Neiva-Huila.
- Margaritis, E., & Kang, J. (2017). Relationship between green space-related morphology and noise pollution. *Ecological Indicators*, 72, 921–933. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.032>
- Martínez Suárez, P., & Moreno Jiménez, A. (2005). El ruido ambiental urbano de madrid: caracterización y evaluación cuantitativa de la población potencialmente afectable. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 40, 153–180. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1308514>
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2006). Resolución 0627 del 7 de abril del 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”, Bogotá, Colombia, p. 30
- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J. D., Pardo, A., & Rendón, J. (2012). a Comparison of Interpolation Methods for Creating Noise Maps in Urban Environments Une Comparaison Des Methodes D ' Interpolation Pour La. *Dialnet*, 3(1), 62–68.
- Muriel, C.M y Cortés Y. (2008). Diagnóstico de los niveles de presión sonora en la localidad La Candelaria de la ciudad de Bogotá D.C., mediante la aplicación de la metodología establecida en la resolución 0627 de 2006, trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero ambiental y sanitario. Universidad de La Salle, Bogotá D.C., p. 182
- Ning, X., Qi, J., Wu, C., & Wang, W. (2019). Reducing noise pollution by planning construction site layout via a multi-objective optimization model. *Journal of Cleaner Production*, 222, 218–230. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.018>
- Olivera, L., Pinedo, J., & Ancajima, F. (2003). Estudio De Los Niveles De Ruido En La Ciudad Universitaria De San Marcos – Lima. *Centro de Desarrollo e Investigacion En Termofluidos CEDIT*, 9(17), 31–41. Retrieved from http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/rev_cedit/2008_V03/pdf/a04v3.pdf
- Ortega, M., & Cardona, J. (2005). Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 23(2), 70–77.
- Oyedepo, S. O., Adeyemi, G. A., Olawole, O. C., Ohijeagbon, O. I., Fagbemi, O. K., Solomon, R., ... Nwaokocha, C. N. (2019). A GIS – based method for assessment and mapping of noise pollution in Ota metropolis, Nigeria. *MethodsX*, 6, 447–457. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.02.027>
- Pacheco, J., Franco, J. F., & Behrentz, E. (2009). Caracterización de los Niveles de Contaminación auditiva en bogota: estudio piloto. *Revista de Ingeniería*, 30, 72–80.
- Paul Adan LLumiQuinga Oña. (2002). *Estudio de los Efectos que Causa el Ruido en una Planta Industrial sobre los Trabajadores y como Aplacar*. Escuela Politecnica Nacional.
- Pedersen, M., Garne, E., Hansen-Nord, N., Hjortebjerg, D., Ketznel, M., Raaschou-Nielsen, O., ... Sørensen, M. (2017). Exposure to air pollution and noise from road traffic and risk of congenital anomalies in the Danish National Birth Cohort. *Environmental Research*, 159(July), 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.031>
- Peral Orts, R., Walsh, S. J., Campello-Vicente, H., Theodossiades, S., Maria, J., Pons, S., ... García Gómez, J. (2015). La exposición cotidiana al ruido ambiental. *Revista de Acústica*, 35(1), 1–9. <https://doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>

- Polanco D. (2013). Impacto ambiental de la contaminación generada por el ruido en la estación central de policía del municipio de Neiva y zona periférica (Tesis de pregrado) Corporación Universitaria del Huila, Neiva.
- Platzer, L., Iñiguez, R., Cevo, J., & Ayala, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, (67), 122–128.
- Quiroz-Arcenales, L., Hernández-Flórez, L. J., Corredor-Gutiérrez, J. C., Rico-Castañeda, V. A., Rugeles-Forero, C., & Medina-Palacios, K. (2013). The auditory and neuropsychological effects of school children's exposure to environmental noise in a locality in Bogotá, 2010. *Rev. Salud Pública*, 15(1), 116–128. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v15n1/v15n1a11.pdf>
- Roul, S., Kumar, C. R. S., & Das, A. (2019). Ambient noise estimation in territorial waters using AIS data. *Applied Acoustics*, 148, 375–380. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.07.036>
- Sanchez, L.; Rios, O; Molina, J. (2011). Niveles de ruido ambiental en la zona microcentro del municipio de Neiva-Huila. Corporación autónoma del alto magdalena CAM
- Sánchez, M., López-Mosquera, N., Lera-López, F., & Faulin, J. (2018). An Extended Planned Behavior Model to Explain the Willingness to Pay to Reduce Noise Pollution in Road Transportation. *Journal of Cleaner Production*, 177, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.210>
- Sears, C. G., Braun, J. M., Ryan, P. H., Xu, Y., Werner, E. F., Lanphear, B. P., & Wellenius, G. A. (2018). The association of traffic-related air and noise pollution with maternal blood pressure and hypertensive disorders of pregnancy in the HOME study cohort. *Environment International*, 121(May), 574–581. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.049>
- Stephany Lorena Olaya Corredor, Alexandra Gonzalez Ramirez, M. fernanda F. M. (2016). *Mediciones de los Niveles de Ruido Ambiental en la Comuna 3 de la ciudad de Neiva*. Corporación Universitaria del Huila.
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2016). *Evaluación del Efecto del Ruido Ambiental en la Población de la Universidad Científica del Sur en el 2015* (Universidad científica del Sur). Retrieved from <http://ambiental.utp.edu.co/pregrado.html>
- Verbeek, T. (2019). Unequal residential exposure to air pollution and noise: A geospatial environmental justice analysis for Ghent, Belgium. *SSM - Population Health*, 7(October 2018), 100340. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2018.100340>
- Vladimir, M., & Madalina, C. (2019). Optimizing urban landscapes in regard to noise pollution. *Procedia Manufacturing*, 32, 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.197>
- Yepes, D., Gómez, M., Sánchez, L., & Jaramillo, A. (2009). Metodología De Elaboración De Mapas Acústicos Como Herramienta De Gestión Del Ruido Urbano-Caso Medellín Acoustic Map Making Methodology As a Tool for Urban Noise Handling—Medellín Case. *Dyna*, 76(158), 29–40.
- Yepes, D. L., Gómez, M., Sánchez, L., & Jaramillo, A. C. (2009). Acoustic map making methodology as a tool for urban noise handling - Medellín case. *DYNA (Colombia)*, 76(158), 29–40.
- Zannin, P. H. T., & Sant'Ana, D. Q. De. (2011). Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project - A case study in Brazil. *Applied Acoustics*, 72(8), 479–486. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.09.014>

Anexo B. Cartera de campo medición diurna

	PUNTO		N	S	E	W	V	LEAQ
TV-1	CRA 11 CON	dB	69,8	72,2	71,8	71,0	70,4	71,1
	TRANSVERSAL 15	Carros	25,0	22,0	32,0	34,0	27,0	
	AUTO LAVADO NASCAR	Motos	30,0	47,0	30,0	51,0	57,0	
TV-2	CRA 5 CON CLL 8 SUR	dB	72,0	72,8	73,6	73,5	73,9	73,2
	SEMÁFORO NEIVANA DE	Carros	24,0	21,0	32,0	26,0	26,0	
	GAS	Motos	34,0	29,0	40,0	39,0	28,0	
TV-3	CRA 2 CON CLL 2SUR	dB	69,8	71,9	69,5	70,2	68,7	71,1
	GLORIETA MADRE	Carros	22,0	38,0	33,0	34,0	40,0	
	TIERRA	Motos	42,0	45,0	34,0	44,0	45,0	
TV-4	MONUMENTO LA	dB	70,8	72,0	69,5	69,8	70,3	70,6
	GAITANA	Carros	19,0	19,0	22,0	20,0	29,0	
		Motos	26,0	28,0	22,0	25,0	22,0	
TV-5	AVENIDA CIRCUNVALAR	dB	75,9	73,5	75,4	73,6	73,3	74,5
	CON CLL 9	Carros	53,0	53,0	54,0	38,0	60,0	
	FRENTE VENTA	Motos	58,0	73,0	58,0	55,0	61,0	
TV-6	COLEGIO CEINAR SOBRE	dB	73,5	73,3	73,9	73,7	73,2	73,5
	AVENIDA CIRCUNVALAR	Carros	51,0	51,0	61,0	44,0	54,0	
		Motos	76,0	73,0	69,0	71,0	72,0	
TV-7	CRA 1D CON CALLE 21	dB	74,7	74,1	76,3	74,8	74,1	74,9
	ESQUINA	Carros	31,0	32,0	25,0	39,0	26,0	
	AGUAS DEL HUILA-ICBF	Motos	37,0	39,0	35,0	33,0	25,0	
TV-8	PARQUE LA REBECA -	dB	74,2	73,4	74,6	73,3	74,1	73,9
	ANTES PUENTE RIO LAS	Carros	31,0	25,0	36,0	17,0	32,0	
	CEIBAS	Motos	33,0	22,0	41,0	28,0	48,0	
TV-9	CRA 7W ANTES DEL	dB	74,7	75,8	74,5	73,6	75,8	75,0
	INICIO PUENTE	Carros	24,0	33,0	33,0	23,0	34,0	
	ELEVADO DEL TIZÓN	Motos	30,0	33,0	41,0	39,0	52,0	
TV-10	CLL 28 CON CRA 6W	dB	72,9	72,4	73,1	73,2	73,3	73,0
	ATRÁS DE LA	Carros	31,0	22,0	28,0	22,0	25,0	
	UNIVERSIDAD	Motos	40,0	30,0	44,0	36,0	33,0	
TV-11	CRA 6W CON CLL 38	dB	72,3	75,0	73,0	71,5	72,5	73,0
	SANTA INES	Carros	38,0	46,0	25,0	29,0	40,0	
		Motos	54,0	60,0	41,0	39,0	50,0	
TV-12	CRA 6W ENTRE CLL 44 Y	dB	67,5	68,5	67,9	67,0	69,3	68,1
	45	Carros	19,0	23,0	18,0	17,0	19,0	
		Motos	30,0	27,0	30,0	22,0	38,0	
TV-13	CLL 48 CON CRA 3W	dB	67,7	69,2	69,2	74,3	69,3	70,6
	ESQUINA	Carros	20,0	17,0	19,0	18,0	27,0	
		Motos	42,0	41,0	21,0	31,0	21,0	
TV-14	CRA 1 CON CLL 53	dB	68,9	73,3	69,4	70,3	71,2	70,9
	KIRUS COMIDAS	Carros	19,0	27,0	25,0	24,0	30,0	
	RÁPIDAS	Motos	43,0	40,0	54,0	41,0	50,0	
TV-15	CRA 1 No. 60-70	dB	71,2	68,0	71,2	70,3	70,1	70,3
	CAM	Carros	20,0	30,0	37,0	36,0	30,0	
		Motos	40,0	34,0	44,0	38,0	50,0	
TV-16	CRA 1 CON CLL 69	dB	67,2	67,5	69,4	68,4	66,1	67,9
	ESQUINA	Carros	13,0	15,0	21,0	16,0	13,0	
		Motos	19,0	20,0	16,0	15,0	10,0	

Anexo C. Cartera de campo medición nocturna

PUNTO			N	S	E	W	V	LEAQ
TV-1	CRA 11 CON	dB	66,6	70,3	69,8	68,8	66,8	68,7
	TRANSVERSAL 15	Carros	24,0	15,0	16,0	17,0	18,0	
	AUTO LAVADO NASCAR	Motos	29,0	24,0	38,0	42,0	30,0	
TV-2	CRA 5 CON CLL 8 SUR	dB	68,0	68,5	67,9	65,4	66,5	67,4
	SEMÁFORO NEIVANA DE	Carros	19,0	6,0	9,0	12,0	10,0	
	GAS	Motos	29,0	12,0	18,0	11,0	10,0	
TV-3	CRA 2 CON CLL 2SUR	dB	63,7	64,5	63,1	64,8	64,2	71,1
	GLORIETA MADRE TIERRA	Carros	11,0	6,0	13,0	12,0	12,0	
		Motos	17,0	7,0	10,0	16,0	17,0	
TV-4	MONUMENTO LA GAITANA	dB	69,8	66,2	68,7	64,2	69,1	68,0
		Carros	7,0	6,0	6,0	4,0	3,0	
		Motos	10,0	9,0	6,0	5,0	10,0	
TV-5	AVENIDA CIRCUNVALAR	dB	70,2	70,2	71,9	69,4	73,6	71,3
	CON CALLE 9	Carros	9,0	11,0	12,0	8,0	17,0	
	FRENTE VENTA PESCADO	Motos	14,0	15,0	14,0	11,0	12,0	
TV-6	COLEGIO CEINAR SOBRE	dB	68,6	68,0	70,4	62,8	67,5	68,1
	AVENIDA CIRCUNVALAR	Carros	9,0	4,0	8,0	2,0	9,0	
		Motos	14,0	9,0	9,0	5,0	5,0	
TV-7	CRA 1D CON CALLE 21	dB	69,2	68,8	64,7	64,5	67,4	67,4
	ESQUINA	Carros	5,0	9,0	9,0	6,0	9,0	
	AGUAS DEL HUILA-ICBF	Motos	7,0	5,0	2,0	6,0	9,0	
TV-8	PARQUE LA REBECA -	dB	70,1	68,8	66,9	79,9	67,7	74,0
	ANTES PUENTE RIO LAS	Carros	13,0	12,0	5,0	16,0	6,0	
	CEIBAS	Motos	2,0	6,0	8,0	3,0	2,0	
TV-9	CRA 7W ANTES DEL INICIO	dB	66,6	67,3	67,2	67,0	68,0	67,2
	PUENTE ELEVADO DEL	Carros	5,0	12,0	11,0	14,0	11,0	
	TIZÓN	Motos	5,0	5,0	7,0	5,0	5,0	
TV-10	CLL 28 CON CRA 6W	dB	67,0	64,5	66,4	66,1	67,3	66,4
	ATRÁS DE LA	Carros	5,0	7,0	8,0	9,0	4,0	
	UNIVERSIDAD	Motos	4,0	4,0	2,0	2,0	8,0	
TV-11	SURCOLOMBIANA	dB	61,1	64,2	64,4	65,8	64,0	64,1
	CRA 6W CON CLL 38	Carros	2,0	1,0	5,0	0,0	4,0	
	SANTA INES	Motos	1,0	2,0	2,0	1,0	4,0	
TV-12	CRA 6W ENTRE CLL 44 Y	dB	63,3	60,5	64,4	62,0	59,9	62,3
	45	Carros	3,0	1,0	3,0	3,0	2,0	
		Motos	1,0	0,0	2,0	1,0	0,0	
TV-13	CLL 48 CON CRA 3W	dB	64,4	64,3	64,2	64,8	63,1	64,2
	ESQUINA	Carros	2,0	5,0	4,0	1,0	0,0	
		Motos	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	
TV-14	CRA 1 CON CLL 53	dB	62,8	61,8	63,9	63,7	67,2	64,3
	KIRUS COMIDAS RÁPIDAS	Carros	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	
		Motos	0,0	3,0	2,0	0,0	0,0	
TV-15	CRA 1 No. 60-70	dB	60,4	63,6	64,5	64,2	63,2	63,4
	CAM	Carros	2,0	1,0	8,0	2,0	2,0	
		Motos	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0	
TV-16	CRA 1 CON CLL 69	dB	59,7	61,2	60,5	62,2	62,9	61,5
	ESQUINA	Carros	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	
		Motos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Anexo D. cartera de campo transporte público

BUS No.	Decibeles (dB)
1	75,9
	76,1
	75,3
2	81,2
	82,0
	76,4
3	77,5
	78,4
	77,1

Anexo E. cartera de campo punto especial La Caqueteña

RADIO (m)	dB Real
1	80,5
5	74,7
10	70,4
15	69,7
20	71,0
25	71,8
30	65,6

Anexo F. cartera de campo punto especial El Ayer

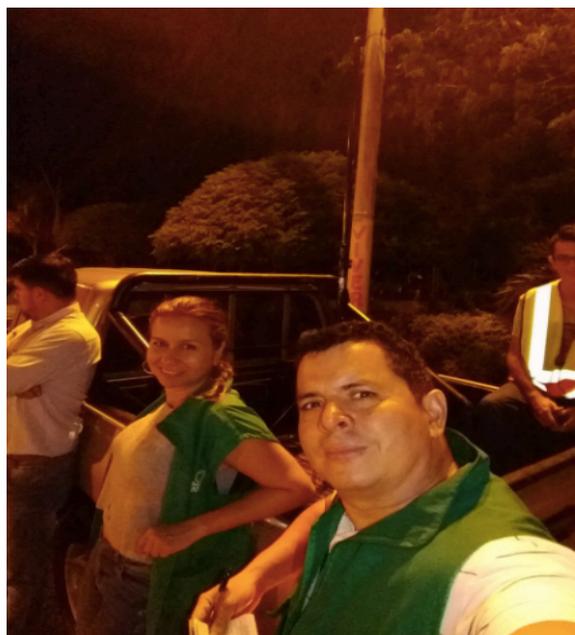
RADIO (m)	dB Real
1	74,7
5	71,5
10	70,8
15	60,5
20	60,2
25	54,6
30	62,7

Anexo G. Registro fotográfico monitoreo de presión sonora diurno





Anexo H. Registro fotográfico monitoreo de presión sonora nocturno



Anexo I. registro fotográfico monitoreo de presión sonora transporte público

