

**Caracterización del ruido ambiental producido en el centro histórico de la Ciudad de  
Popayán, departamento del Cauca.**

Verónica María Medina Victoria

Trabajo de grado para optar el título de ingeniera ambiental

Director del proyecto:

Ing. William Andrés Galvis Sarria

ECAPMA – UNAD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

Popayán Cauca

2021

Nota de aceptación

---

---

---

Aprobado en fecha

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del orientador

## **Dedicatoria**

El presente proyecto aplicado lo dedico principalmente a Dios y a la Virgen María por ser mi inspiración y darme fuerzas para continuar en el proceso de obtener uno de los anhelos más deseados como es el título de ingeniera ambiental que a pesar de que fue un proceso bastante arduo por la metodología de estudio, hoy en día me siento orgullosa de mi misma por haber culminado una etapa más de mis estudios profesionales.

Por otro lado agradezco a mi madre, a mi familia, tutor del proyecto el ingeniero William Galvis y cada una de las personas que estuvieron presentes impulsándome y motivándome a terminar este proceso, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento me ayudaron en gran medida a ser una mejor persona, de verdad gracias por su tiempo y paciencia hoy en día puedo desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando cada uno de los valores inculcados, porque más que profesionales somos seres humanos que debemos ayudar y apoyarnos en todo momento. Dios les bendiga.

## **Agradecimientos**

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y ser la luz en mi camino dándome la oportunidad de poder alcanzar una meta más en mi vida.

A mi madre por ser un gran apoyo en el transcurso de mi vida personal y por hacer de mí una persona de valores.

A las demás personas que estuvieron en este proceso apoyándome física y espiritualmente ya que a pesar de los momentos de crisis siempre me estuvieron brindando su apoyo y motivando a salir adelante.

Al Ingeniero David Trujillo por las correcciones pertinentes ayudándome en gran medida a la construcción del proyecto, siempre con toda la disposición y amabilidad brindándome su apoyo incondicional de la mejor manera posible.

Final y especialmente al tutor de mi tesis Ingeniero William Andrés Galvis Sarria, por su dedicación, apoyo y confianza, por compartir conmigo todo su conocimiento dándome la oportunidad de crecer personal y profesionalmente.

## Resumen

La contaminación acústica se ha convertido en uno de los grandes problemas que afecta la calidad de vida de las personas en todo el mundo, siendo un factor ambiental muy importante que tiene como consecuencia directa desagradables sonidos, que puede producir efectos fisiológicos y psicológico nocivos para las personas, estos altos niveles de ruido son provocados directamente por las actividades humanas.

En el desarrollo del proyecto aplicado se muestra la evaluación y visualización del ruido ambiental realizó mediante un estudio empírico en el centro de la Ciudad de Popayán, con mediciones de ruido en diferentes puntos estratégicos; realizando una investigación subjetiva sobre el ruido en la comunidad, efectuando y aplicando encuestas para una mejor identificación de los problemas acústicos presentados.

La aplicación de la metodología se hizo de acuerdo con los objetivos establecidos para la investigación, como el campo a evaluar, las características de la ciudad y alternativas de solución. En la zona evaluada por el monitoreo, el tráfico rodado se identificó como la principal fuente de ruido ambiental investigado.

Finalmente se logró elaborar dos mapas de ruido, uno diurno y uno nocturno en la zona establecida por el monitoreo que fue el centro de la Ciudad, percibiendo las molestias que sufren los habitantes; para ello se presentan diferentes estrategias para prevenir, controlar y mitigar el impacto causado.

**Palabras claves:** Tráfico rodado, ruido ambiental, factor nocivo, efectos fisiológicos y psicológicos, mapas de ruido.

## Abstract

Noise pollution has become one of the major problems affecting the quality of life of people around the world, being a very important environmental factor that has as a direct consequence unpleasant sounds, which can produce physiological and psychological effects harmful to people, these high noise levels are directly caused by human activities.

The development of the applied project shows the evaluation and visualization of environmental noise carried out through an empirical study in the center of Popayán City, with noise measurements at different strategic points; conducting subjective research on noise in the community, conducting and applying surveys to better identify the acoustic problems presented.

The application of the methodology was made in accordance with the objectives established for the research, such as the field to be evaluated, the characteristics of the city and alternatives of solution. In the area evaluated by the monitoring, road traffic was identified as the main source of environmental noise investigated.

Finally, two noise maps were produced, one day and one night in the area established by the monitoring that was the center of the City, perceiving the discomfort suffered by the inhabitants; for this purpose, different strategies are presented to prevent, control and mitigate the impact caused.

**Keywords:** Road traffic, ambient noise, harmful factor, physiological and psychological effects, noise maps.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	13
1. Planteamiento del problema .....	15
2. Justificación.....	17
3. Objetivos .....	22
3.1. Objetivo General.....	22
3.2. Objetivos Específicos .....	22
4. Marco conceptual y teórico .....	23
5. Metodología .....	36
5.1. Fase 1: Identificación de la zona a estudiar.....	38
5.2. Fase 2: Identificación de los niveles de ruido por periodos de medición en los diferentes sectores y corredores viales.....	40
5.3. Fase 3: Formulación de una alternativa de solución a los índices de ruido generado.....	42
5.4. Fase 4: Alternativas de gestión de la contaminación acústica.....	43
6. Resultados .....	47
6.1. Resultado 1: Identificación de los niveles de ruido por periodos de medición en los diferentes sectores y corredores viales.....	47
6.1.1. Monitoreo .....	48
6.1.2. Datos del monitoreo .....	49
6.1.3. Mapas de ruido.....	57

6.1.4.	Resultados del monitoreo .....	62
6.2.	Resultado 2: Alternativas de solución a índices de ruido generado. ....	67
6.2.1.	Encuestas.....	68
6.2.2.	Árbol de problemas y árbol de soluciones. ....	75
6.2.3.	Mapa conceptual .....	76
6.2.4.	Árbol de problemas .....	78
6.2.5.	Árbol de soluciones.....	80
6.3.	Resultado 3: Alternativas de gestión de la contaminación acústica. ....	82
7.	Conclusiones .....	83
8.	Recomendaciones.....	85
9.	Anexos.....	86
10.	Referencias bibliográficas .....	93

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa ubicación Popayán Cauca .....	19
Imagen 2. Tráfico vial en Popayán .....	21
Imagen 3. Aplicación sonómetro .....	38
Imagen 4. Zonas de monitoreo.....	41
Imagen 5. Mapa de ruido (Diurno) de Popayán.....	58
Imagen 6. Mapa de ruido (Nocturno) de Popayán.....	60
Imagen 7. Afectación ruido.....	69
Imagen 8. Horario de ruido.....	69
Imagen 9. Afectación de la comunicación.....	70
Imagen 10. Problemas de salud .....	70
Imagen 11. Enfermedades comunes .....	71
Imagen 12. Fuentes de ruido .....	71
Imagen 13. Campaña disminución ruido .....	72
Imagen 14. Tiempo exposición ruido .....	72
Imagen 15. Quejas sobre la problemática .....	73
Imagen 16. Niveles permisibles del ruido.....	73
Imagen 17. Tipo de ruido generado .....	74
Imagen 18. Muestra #1 .....	49
Imagen 19. Muestra #2 .....	49
Imagen 20. Muestra #3 .....	49
Imagen 21. Muestra #1 .....	50
Imagen 22. Muestra #2 .....	50

Imagen 23. Muestra #3 .....	50
Imagen 24. Muestra #1 .....	51
Imagen 25. Muestra #2 .....	51
Imagen 26. Muestra #3 .....	51
Imagen 27. Muestra #1 .....	52
Imagen 28. Muestra #2 .....	52
Imagen 29. Muestra #3 .....	52
Imagen 30. Mapa conceptual .....	76
Imagen 31. Árbol de problemas.....	78
Imagen 32. Árbol de soluciones.....	80
Imagen 33. Evidencia encuesta.....	86
Imagen 34. Evidencia encuesta.....	87
Imagen 35. Evidencia encuesta.....	88
Imagen 36. Evidencia encuesta.....	89
Imagen 37. Desarrollo encuesta.....	90
Imagen 38. Desarrollo encuesta.....	90
Imagen 39. Desarrollo encuesta.....	91
Imagen 40. Desarrollo encuesta.....	91
Imagen 41. Desarrollo encuesta.....	92
Imagen 42. Desarrollo encuesta.....	92

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Ficha técnica .....	44
Tabla 2. Resultado de la entrevista .....	69
Tabla 3. El estándar máximo permitido para el nivel de emisión de ruido, expresado en decibeles dB (a). .....	54
Tabla 4. Datos del monitoreo.....	49

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfica 1. Nivel de ruido zona #1 .....	62
Gráfica 2. Nivel de ruido zona #2 .....	63
Gráfica 3. Nivel de ruido zona #3 .....	64
Gráfica 4. Nivel de ruido zona #4 .....	65

## Introducción

La exposición prolongada a niveles elevados de presión sonora se ha considerado una fuerza impulsora del cambio en el comportamiento o la actitud de las personas. Con esta evidencia la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió la contaminación acústica como el tercer problema medioambiental más importante del mundo. (Álvarez, et al., 2017).

A lo largo de los años, el ruido se ha convertido en un contaminante constante en la mayoría de los países, asumiendo que el ruido constituye el principal factor de contaminación acústica en centros urbanos, y su manifestación se presenta en la generación de morbilidades físicas y mentales considerando el grado de exposición. (Gonzales y Calles, 2015).

Al referirnos al contexto de investigación en la ciudad de Popayán, se puede describir la contaminación acústica como un problema cotidiano. El desarrollo del monitoreo permitió identificar claramente el factor que expone la salud de las personas, siendo el tráfico vehicular el principal efecto negativo tanto por la emisiones atmosféricas como por el ruido generado, debido a la exposición prolongada de los elevados niveles de presión sonora, alterando el comportamiento de las personas que transitan por el sector.

En el marco para el desarrollo de la investigación se establecieron métodos de seguimiento continuo que mediante el monitoreo del ruido ambiental, se permitió controlar y vigilar cada una de las fuentes generadoras por las diversas actividades antrópicas; minimizando el impacto provocado en la zona de estudio que afectan la salud y calidad de vida de las personas.

Con el nivel de desarrollo, crecimiento económico y social se busca garantizar la calidad de vida en las ciudades; es bastante complejo debido al ritmo acelerado que están manifestando las

personas, en especial la ciudad de Popayán debido a su aumento poblacional y comercial en el centro del sector. Por lo anterior, es importante que se dé cumplimiento a Resolución 0627 de 2006 que determina los niveles máximos permisibles de emisión de ruido y ruido ambiental, así como la obligación de elaborar mapas de ruido y planes de mitigación.

Las organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud, O.M.S. recomienda que dentro de la legislación en materia de ruido en los países, se evalúe los niveles de emisión de presión sonora y se representen en mapas de ruido el comportamiento de las ondas sonoras en el ambiente, con el fin de facilitar a los organismos responsables de proteger el ambiente la elaboración y desarrollo de estrategias que permitan la prevención, seguimiento, control y mitigación del impacto ambiental causado por la emisión de ruido.

El presente proyecto aplicado tiene como propósito caracterizar y determinar los niveles de presión sonora (o ruido) en el centro de la ciudad de Popayán. Para ello es necesario crear un plan de descontaminación de ruido que genere estrategias básicas para controlar, prevenir y minimizar el impacto del ruido en la zona de estudio. También puede servir de referencia para la elaboración y aplicación de un plan de gestión ambiental del ruido que puntualice cada proceso, evitando ser expuestos a prolongadas horas de molestos sonidos que muchas veces sobrepasan los niveles máximos permisibles.

## 1. Planteamiento del problema

Debido a la intensidad, frecuencia, duración y naturaleza de la propagación del ruido, se puede convertir en un agente contaminante y factor generador de riesgo para la salud humana, generando impacto negativo en el medio ambiente al alterar el comportamiento humano de los seres vivos expuestos a este fenómeno. El ruido puede generar efectos físicos, psicológicos y sociales en seres vivos, lo cual ha sido objeto de estudio por parte de instituciones encargadas de la regulación y manejo ambiental y de la salud. (Sanz, 1987).

Los efectos nocivos generados aumenta la importancia de hacer regir el cumplimiento relacionado con la normatividad del ruido, por lo que es función de las entidades ambientales implementar políticas que deban seguirse con el fin de establecer medidas preventivas para el establecimiento de estrategias de mejoramiento de los factores generadores de ruido ambiental. La contaminación acústica es una consecuencia directa de las actividades desarrolladas al interior de las localidades y centros poblados.

Actualmente, los vehículos motorizados generan cerca del 80% de contaminación acústica, el 10% corresponde a la industria, los ferrocarriles el 5%, los bares, lugares públicos, bares y plantas industriales el 5%. (Ramírez, 2011).

Este proyecto aplicado indago la relación que tienen las personas frente a la problemática presentada, debido a que en los últimos años a nivel mundial y nacional se ha intensificado la contaminación sonora como consecuencia del crecimiento de la población en las zonas urbanas. A pesar de que existen políticas vigentes, no se están viendo aplicadas en las actividades que intensifican el ruido, alertando de las malas prácticas por parte de la ciudadanía.

El ruido se ha convertido en un problema medioambiental cada vez más grave, principalmente en las grandes ciudades debido al crecimiento del transporte de automóviles, siendo las fuentes de emisiones una seria amenaza. Una de las agresiones ambientales más insidiosas de la sociedad es el ruido urbano, que sobrepasan las normas establecidas por las organizaciones encargadas en controlar estas alteraciones.

En consecuencia, se destaca la necesidad de realizar un seguimiento y control a las presiones sonoras de tal manera que permitan identificar, si los niveles presentes en una zona de estudio se encuentran dentro de los límites establecidos por ley y/o si representan algún riesgo para la comunidad expuesta al fenómeno, para finalmente y de ser necesario generar un plan de acción que logre reducir estos niveles (Correa, et., al. 2011).

## 2. Justificación

Debido a los altos niveles de ruido en el centro histórico de la ciudad de Popayán es importante determinar el impacto negativo en la calidad de vida de las personas y el medio ambiente, por ello se proponen soluciones y alternativas para evitar que el ruido afecte negativamente a la salud. De acuerdo con el Artículo 31, numerales 1, 12, 17 y 20 de la ley 99 de 1993, le corresponde a las CAR'S como funciones, el promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, ejercer las funciones de evaluación, control, y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables. Para la implementación del Decreto 948 de 1995, se han expedido decretos modificatorios y resoluciones, que contienen normas específicas nacionales y locales para calidad del aire, emisiones de fuentes móviles, fijas, ruido, calidad de combustibles y otras disposiciones. Es así que en el año de 2006, el Ministerio de Ambiente, se expidió la Resolución 0627, la cual establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

La contaminación acústica ha sido motivo de preocupación en todo el mundo, la molestia que genera el ruido amenazan la calidad de vida humana y violan los derechos humanos Por las siguientes razones, se obstaculizan aspectos básicos del desarrollo humano y socioeconómico Los fundamentos de la humanidad se ven afectados.

Un plan de descontaminación de ruido es una herramienta con estrategias básicas que se pueden utilizar para controlar, prevenir y minimizar el impacto del ruido en la zona de estudio. También puede servir de referencia para la elaboración y aplicación de un plan de gestión del ruido ambiental, un proceso de implementación y desarrollo con el fin de integrar los diferentes comportamientos de las entidades institucionales, comerciales, industriales y comunitarias para

poder cumplir con la normativa vigente, cuidando uno de los patrimonios culturales de la nación evitando alteraciones en la calidad de ruido.

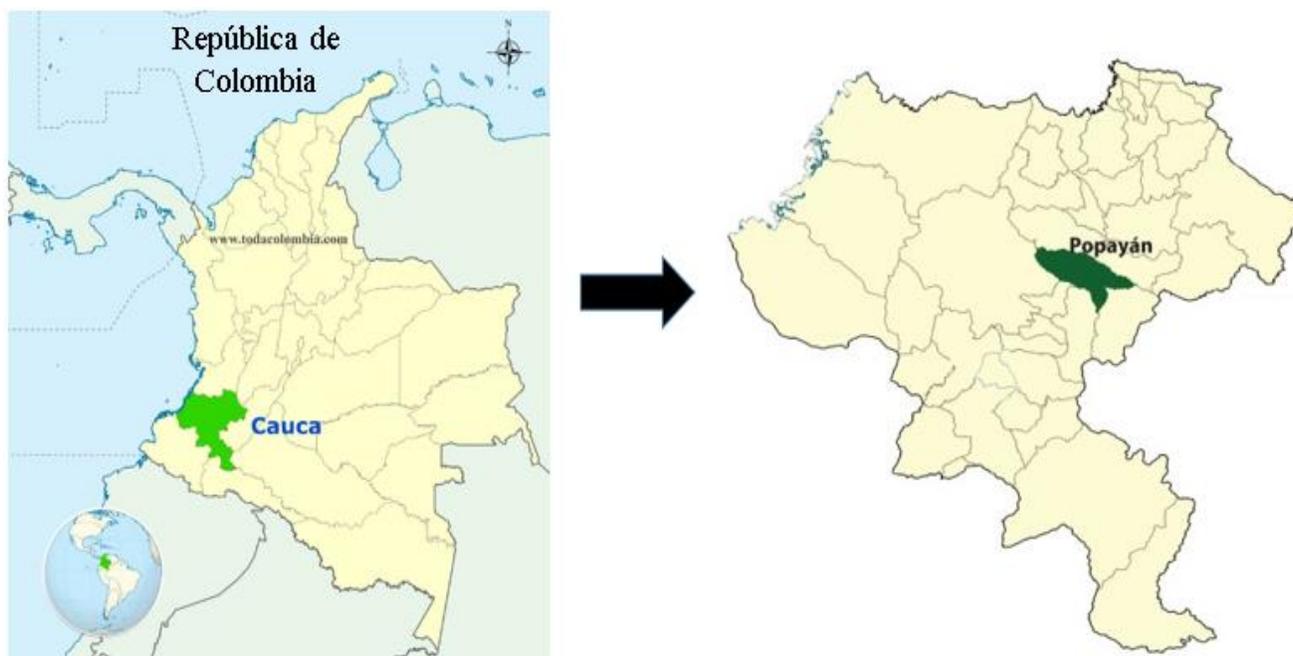
La contaminación acústica generada por los distintos factores industriales, comerciales y la circulación de vehículos, han sido siempre un gran problema ambiental y el principal motivo de quejas de las personas, por lo que es necesario realizar un seguimiento relevante para identificar estrategias que permitan reducir los niveles de ruido y promover equilibrio entre el entorno social y ambiental, a través de procesos de educación ambiental.

Garantizar la efectividad y el cumplimiento de la legislación ambiental colombiana que apoye y respalde la necesidad de salvaguardar los niveles permisibles del ruido ambiental para que conserven un rango aceptable, bajo las reglas basadas en la resolución 627 de 2006 adoptada por el Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. (Alcaldía mayor de Bogotá, 2006).

Lo anterior permite evidenciar la relevancia que tiene este proyecto aplicado de acuerdo a los resultados obtenidos con el monitoreo ejecutado, identificando el comportamiento de las personas frente a las actividades que desarrollan a diario y los horarios donde se presenta mayor aumento de ruido, registrando las variables que hay en el transcurso del día y la noche. En términos de control y gestión del ruido, la población juega un papel fundamental, ya que es a la vez receptora y fuente de ruido, formando parte de la cadena poblacional. Un ejemplo evidente es el uso indiscriminado de la bocina de los automóviles generando molestias a las personas del sector.

## Localización geográfica.

*Imagen 1. Mapa ubicación Popayán Cauca*



Fuente: Google maps. 2021

Popayán es la capital del departamento del Cauca en la República de Colombia, Se ubica a una altitud de 1.738 metros (msnm) con una temperatura promedio de 19°C, se ubica a 2° 27 'de latitud norte y 76° 37'18"de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Estimada la población de la ciudad es de aproximadamente 270.000 habitantes en el área urbana.

La extensión territorial es de 512 km<sup>2</sup>. Debido a que cuenta con una altura de 1.737 msnm (medidos en la plazuela de la iglesia de San Francisco) y muy cerca al Ecuador tiene una temperatura media de 18 ° a 19 °C durante todo el año, alcanzando temperaturas máximas en los meses de julio, agosto y septiembre en horas del mediodía, hasta 29 °C y mínimas de 10 °C en horas de la madrugada en verano.

La ciudad, por su ubicación, disfruta de los pisos térmicos y debido a esto su clima es mayormente templado. El 28 de septiembre del 2015, como consecuencia del fenómeno del calentamiento global alcanzó los 36°C.

Oferta cultural: Se celebra el Congreso Nacional Gastronómico de Popayán. Esta fiesta de la gastronomía, determinó la distinción por parte de la Unesco, de Ciudad Gastronómica de la Humanidad siendo Popayán el único lugar de Latinoamérica con esta distinción. Las procesiones de Semana Santa de Popayán fueron inscritas en la lista representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la Unesco en septiembre de 2009.

Actualmente Popayán ha incrementado su nivel poblacional ocasionando diferentes problemáticas socio-ambientales, de acuerdo a la investigación del centro de Estudios Urbanos del Cauca identificó que en la ciudad se sobrepasan los niveles máximos permisibles que son 55 decibeles, en el centro histórico a alcanzar incluso los 75 decibeles poniendo en riesgo la salud de las personas y el desplazamiento de las aves que habitan en el lugar.

Imagen 2. Tráfico vial en Popayán



Fuente: HSBNOTICIAS, 2021

Debido al gran incremento de vehículos en la ciudad se adoptan medidas correspondiéndole al alcalde del municipio de Popayán, como autoridad de tránsito conforme al art. 3 del código nacional de tránsito, mantener las medidas que se consideren benéficas para el tránsito en la ciudad, como es el pico y placa que rige para vehículos y motocicletas particulares ayudando a minimizar un poco el impacto generado en el ambiente de estos vehículos.

### **3. Objetivos**

#### **3.1.Objetivo General**

- Determinar los niveles de presión sonora en el centro de la ciudad de Popayán.

#### **3.2.Objetivos Específicos**

- Identificar los niveles de ruido por periodos de medición en los diferentes sectores y corredores viales del centro histórico de la ciudad de Popayán.
- Formular alternativas de solución a los índices de ruido generado.
- Proponer alternativas de gestión que permitan mitigar la contaminación acústica.

#### 4. Marco conceptual y teórico

##### **Sonido.**

Cuando hablamos de sonido, nos referimos a la propagación de ondas mecánicas provocadas por la vibración de un objeto a través de un medio fluido o elástico. Dependiendo de las características de las ondas transmitidas y la influencia del medio que las transmite sobre estas ondas, los organismos pueden o no percibir estas ondas. Algunas personas solo pueden escuchar los oídos de algunas personas y los sonidos que escuchan otras. En cualquier caso, están compuestos por ondas sonoras provocadas por las fluctuaciones de la presión del aire, que son detectadas por el oído y transmitidas al cerebro para su interpretación. En el caso del ser humano, este proceso es esencial para la comunicación hablada. (Echeverri, 2019).

##### **Ruido.**

El ruido se puede definir como un sonido no deseado. Las ondas sonoras se originan por la vibración de algún objeto, que a su vez establece una sucesión de ondas de compresión o expansión a través del medio que las soporta (aire, agua y otros). (Flores, 2016).

##### **Tipos de ruido.**

Ruido Continuo: Esto ocurre cuando el nivel de presión sonora permanece prácticamente constante durante el período de observación (toda la jornada laboral). Por ejemplo: el ruido de un motor.

Incluso si la amplitud de la señal no es constante, siempre mantiene un valor que nunca llega a cero o es muy cercano a cero. En otras palabras, la señal no tiene un valor constante, sino un valor medio.

Ruido Intermitente: En Entre ellos, desciende a niveles ambientales de forma intermitente y vuelve a alcanzar un nivel superior. Antes de que ocurra una nueva caída, la capa superior debe mantenerse durante más de un segundo. Por ejemplo: al accionar un taladro.

Ruido de Impacto: Se caracteriza por un aumento repentino del ruido en menos de 35 milisegundos, con una duración total de menos de 500 milisegundos. Por ejemplo, encienda el compresor, golpee el automóvil, cierre o abra la puerta. (Flores, 2016).

Ruido ambiental: Se refiere a los sonidos poco agradables e incluso dañinos que modifican las condiciones consideradas normales o tolerables en una cierta región. El ruido ambiental excesivo provoca lo que se conoce como contaminación acústica. El ruido ambiental es un problema típico de las grandes ciudades. Se genera por acciones que realiza el ser humano, como determinadas actividades industriales o comerciales, el tránsito de vehículos a motor y la reproducción de música a un volumen elevado. Cuando estos ruidos se producen de manera simultánea y por períodos extendidos, pueden provocar daños en la salud de las personas. (Pérez y Gardey, 2014).

### **Efectos sobre la salud.**

Según ECODES produce los siguientes efectos en la salud humana:

Efectos físicos: Las reacciones fisiopatológicas son reacciones fisiológicas que tienen efectos físicos sobre las funciones corporales. Entre ellas, cuando el ruido supera los 60 decibeles, las más comunes son: respiración y pulso acelerado, aumento de la presión arterial y disminución de la digestión que provoca gastroenteritis o colitis. Problemas neuromusculares que provocan dolor y falta de coordinación, disminución de la visión nocturna, fatiga y dificultad para dormir.

Los hechos han demostrado que el nivel de presión arterial de los niños que sufren de ruido fuerte constante es más alto que el de los niños que no reciben ruido, y este estado continuará con la edad, resultando en una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares. Una gran cantidad de estudios han concluido que el ruido continuo que excede los 55 decibeles puede causar cambios en las hormonas y el sistema inmunológico, dando lugar a cambios vasculares y nerviosos, como aumento de la frecuencia cardíaca y presión arterial, deterioro de la circulación periférica, aumento de glucosa y niveles de colesterol y lípidos. Además, puede afectar el sueño y provocar insomnio, lo que provocará fatiga generalizada, reduciendo así la capacidad de defensa y provocando la aparición de enfermedades infecciosas. (La exposición continua por encima de los 45 decibeles puede dificultar el sueño). (Ecodes, 2005).

Efectos psicológicos: Entre ellos, mencionaremos el estrés, el insomnio, la irritabilidad, los síntomas depresivos, la falta de atención y el bajo desempeño laboral. Entre los que sufren graves consecuencias se encuentran los escolares, que carecen de concentración, incluso en sus propios hogares, lo que lleva a una disminución del rendimiento académico. (Ecodes, 2005).

Efectos sociales: Comunicación, problemas de aislamiento. Ante el problema de no poder comunicarse correctamente, el cuerpo se inclina cada vez más a evitar la comunicación. (Ecodes, 2005).

La pérdida de audición: Para una contaminación acústica excesiva, este es el resultado más común. Esto es en parte el resultado de un ruido excesivo y se ha adaptado a él. Para evitar lesiones físicas o molestias psicológicas provocadas por el ruido constante, el cuerpo se acostumbrara a la pérdida auditiva. Sin embargo, el resultado es que si no se toman las medidas de protección adecuadas, se producirá una pérdida auditiva permanente. Algunos trabajadores corren un mayor riesgo de pérdida auditiva debido a la exposición a ruidos fuertes.

Se ha comprobado que el ruido de más de 90 decibeles, que a menudo se experimenta durante mucho tiempo, puede provocar pérdida de audición. El sonido suave pero continuo puede dañar la salud auditiva. La exposición prolongada a sonidos superiores a 90 decibeles puede provocar una pérdida auditiva permanente. De manera similar, la exposición continua a sonidos por encima de 80 decibeles producirá los mismos resultados. 100 decibeles durante más de un cuarto de hora y 110 decibeles durante más de 1 minuto también pueden causar pérdida auditiva.

Las reacciones directas al ruido incluyen: dilatación de la pupila, tensión muscular y contracción dolorosa, especialmente contracción de los músculos del cuello y la espalda, taquicardia, movimiento acelerado de los párpados, cierre una y otra vez, agitación de las vías respiratorias y disminución de las secreciones gástricas, Que dificulta la digestión, reduce el riego sanguíneo y aumenta la actividad muscular.

En pacientes con enfermedad cardiovascular, arteriosclerosis o enfermedad de las arterias coronarias, los sonidos fuertes y repentinos pueden incluso causar un ataque cardíaco; en pacientes diabéticos, el nivel alto de azúcar en sangre puede causar coma e incluso la muerte. (Ecodes, 2005).

### **Efectos del ruido sobre la salud humana y el medio ambiente.**

La exposición a la fuente de ruido no solo es sinónimo de enfermedad, sino que también se refiere a cambiar la salud física, social y mental de las personas de diferentes formas y con diferentes intensidades. En un estudio de poblaciones urbanas y rurales con residentes de edades similares, el umbral auditivo de la población en áreas rurales expuestas a bajos niveles de ruido fue menor que el de la población en esa área. En las ciudades, la evaluación de las emisiones de ruido de esta manera es subjetiva y depende del individuo y su ubicación. (Abatte, 2005).

### **Cuantificación y valoración de ruido.**

La cuantificación sonora de un emisor equivale en la práctica a determinar su potencial sonoro, en el principio este valor es independiente de la situación en que se encuentra el emisor y la manera en que esté funcionando. Hay pocas fuentes que sean omnidireccionales es decir que irradian la misma cantidad de energía sonora en todas las direcciones, existen fuentes que irradian más energía en unas direcciones que en otras. Existen metodologías que pueden desarrollarse de las siguientes maneras:

#### Por medición.

Hay mucha dificultad en obtener directamente la potencia sonora de un emisor, en lugar de ello, lo que se hace es aplicar ciertos métodos para estimar esta potencia sonora a partir de mediciones de la presión sonora, esta es en realidad, la magnitud que miden los sonómetros.

### Mediante parámetros y cálculo.

La forma de estimar la potencia sonora de los emisores parte de modelos desarrollados específicamente con ese fin, o que contengan esa funcionalidad. En todo caso los modelos diseñados para un tipo de fuente en concreto utilizan en primer lugar la introducción de valores a partir de los cuales se desarrollen los cálculos, determinando el potencial de energía sonora del emisor.

La evaluación económica de las molestias por ruido del tráfico urbano casi siempre se basa en la disposición a pagar (WTP por sus siglas en inglés). A veces, esto refleja cuánto está dispuesto a pagar un individuo o una sociedad para reducir o prevenir el ruido causado por el sistema de transporte urbano. Varias de estas técnicas dependen del tipo de preferencia (explícita o implícita) explicada por Lambert en 2002.

Si comenzamos reconociendo que las preferencias son claras y las personas afectadas son individuos, entonces la técnica de evaluación de la molestia provocada por el ruido del tráfico urbano es la evaluación de contingencias, y este método es la psicometría. Las técnicas más utilizadas para evaluar el ruido del tráfico urbano son el precio hedónico y la evaluación de contingencias. (Lambert, et., al. 1998).

### **Decibel.**

El diccionario de la Real Academia Española de las Artes (RAE) considera el concepto de decibelios como sinónimo de decibeles: una unidad de intensidad sonora. El decibel o decibel es igual a 0,1 bel (esta unidad se deriva del cociente de la presión generada por la onda y la presión utilizada como referencia). La palabra Bell proviene de Bell, que es el apellido de un famoso físico

escocés que más tarde se convirtió en ciudadano estadounidense: Alexander Graham Bell (1847-1922). (Pérez, 2017)

### **Magnitudes de medición del sonido.**

El valor de la medición del sonido se puede expresar en pascales, que es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades (SI), definida como la fuerza por unidad de superficie, que se abrevia como Pa:

$$\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{Superficie} = \text{Newton} / \text{m}^2 = \text{Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 (\text{Kg m} / \text{s}^2) / \text{m}^2 = 1 \text{ Kg} / (\text{s}^2 \text{ m})$$

La presión atmosférica es una variable que se debe considerar en el proceso de medición, porque la densidad del aire cambia con la presión atmosférica y por tanto con la velocidad de propagación del sonido. La presión sonora es el resultado de la diferencia entre la presión generada por las fuentes sonoras que emiten diferentes sonidos y la presión atmosférica. El oído humano puede percibir presiones sonoras que van desde 20  $\mu\text{Pa}$  hasta 20 Pa, pero más de 20 Pa se considera nocivo para la salud (Miyara, 2013). Otra unidad utilizada para expresar el valor de medición del sonido es Bel. Su nombre se atribuye al científico Alexander Graham Bel. Se deriva del logaritmo entre la potencia de la fuente de análisis ( $\text{W} / \text{m}^2$ ) y la fuente de referencia, por lo que es un nivel. Dado que es una unidad de medida de sonido más que física, bel se caracteriza por una relación relativamente grande, por lo que se elige bel para representar su decibelio aproximado (dB). (Segués, 2007).

### **Nivel de presión sonora.**

El hecho de que la relación entre la presión sonora del sonido más fuerte (cuando la sensación sonora se convierte en dolor auditivo) y la presión sonora del sonido más débil es de aproximadamente 1.000.000 conduce a la adopción de una escala de compresión llamada escala logarítmica. Al llamar Pref (la presión de referencia es la presión del tono casi inaudible es decir, 20 mPa), y P se llama presión sonora, podemos definir el nivel de presión sonora (NPS)  $L_p$  como

$$L_p = 20 \log (P / Pref)$$

Log es el logaritmo decimal (base 10). La unidad utilizada para expresar el nivel de presión sonora son los decibeles, abreviados como dB. El nivel de presión sonora del sonido audible varía entre 0 dB y 120 dB. Los sonidos superiores a 120 dB pueden causar inmediatamente daños auditivos irreversibles y hacer que la mayoría de las personas sientan mucho dolor. (Miyara, 2020).

### **Índice de ruido.**

Índice de ruido en dBA que expresa el nivel de presión sonora continuo o, lo que es lo mismo, la molestia percibida por el oído. Se emplea para evaluar niveles sonoros máximos durante el periodo temporal de evaluación. Es el más alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast, LAFmax, definido en la norma ISO 1996-1:2003, registrado en el periodo temporal de evaluación. (Murcia, 2014).

### **Contaminación acústica.**

La contaminación atmosférica no es la única contaminación que tiene un efecto nocivo sobre la vida en el planeta. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación acústica es uno de los factores ambientales que más problemas de salud causa. Según datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), solo en Europa, la enfermedad causa 16.600 muertes prematuras y más de 72.000 hospitalizaciones cada año. No todos los sonidos se consideran contaminación acústica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el ruido como cualquier sonido superior a 65 decibeles (dB).

Específicamente, si el ruido excede los 75 dB, se volverá dañino y causará dolor después de 120 dB. Por tanto, el comunicado recomienda no superar los 65 dB durante el día y señala que para restablecer el sueño, el ruido ambiental nocturno no debe superar los 30 dB. (Iberdrola, 2020).

### **Plan de descontaminación por ruido.**

La Corporación Autónoma Regional del Cauca, C.R.C. tiene entre sus responsabilidades establecer planes y proyectos preventivos, correctivos y de seguimiento a las problemáticas de contaminación atmosférica generadas por el crecimiento de las actividades industriales, comerciales, de transporte y urbanismo las cuales incluyen dentro de sus procesos de operación, fuentes que contribuyen con la emisión de ruido ambiental.

Además, la Resolución 0627 de 2006 en el artículo 25, establece la necesidad de que las áreas a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, deben establecer y ejecutar planes de descontaminación por ruido, los cuales deben ser desarrollados con base en los mapas de ruido en las áreas con poblaciones mayores a cien mil (100.000) habitantes, de acuerdo al Artículo 22 de la Resolución 627 de 2006. (Mora, 2015).

### **Mapas de ruido ambiental para el municipio de Popayán.**

Considerando los efectos que origina el ruido y teniendo en cuenta que el ruido es un factor ambiental que ocasiona una problemática importante y que causa afectaciones a la salud que pueden generar efectos fisiológicos, psicológicos, además de los sociales y económicos, por el anterior motivo la C.R.C. dando cumplimiento a la Resolución 0627 de 2006 que determina los niveles máximos permisibles de emisión de ruido y ruido ambiental, así como la obligación de elaborar mapas de ruido y planes. Se procede a la actualización de los antecedentes de la elaboración de mapas de ruido en el municipio de Popayán 2011. (Mora, 2015).

**Normatividad.**

La legislación ambiental juega un papel fundamental ya que por medio de las leyes establecidas ayudamos a regular las conductas negativas de las personas en relación al entorno natural donde habitan, manteniendo un ambiente sano y libre de cualquier contaminante. Las actividades que se desarrollan a diario alteran cada uno de los recursos naturales por ello es necesario garantizar un equilibrio que beneficie a la sociedad y las especies que se encuentren cerca de la zona.

Es por eso que surge ante esta problemática ambiental un mecanismo como la legislación que permita normalizar, encaminar y regular los recursos naturales teniendo una relación más armónica entre las personas y nuestra naturaleza. Por tanto, se puede decir que uno de los objetivos de la legislación es establecer sanciones para asegurar el cumplimiento de la normativa que regula todo tipo de impacto humano en nuestro quehacer diario.

Es importante tener presente el decreto 948 de 1995 el cual Reglamenta la Protección y Control de la Calidad del Aire y la resolución 0627 del 7 de abril de 2006, Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, protegiendo y defendiendo los impactos de las actividades humanas que afectan el medio ambiente, permitiendo la penalización de las personas que infrinja las leyes establecidas conservando cada uno de los recursos naturales como el aire, suelo, agua, la flora y fauna como principales fuentes de aprovechamiento para el medio ambiente.

Las leyes ambientales de cada país/región son diferentes en su terminología, pero el propósito es el mismo que el de la protección natural de nuestros recursos. Existen leyes de protección forestal, leyes de conservación del agua, leyes de biodiversidad y leyes que protegen a los animales y plantas silvestres. Cada persona tiene sus propias diferencias en el estado que emitió el decreto,

pero como estado, el medio ambiente debe ser protegido en beneficio de nosotros mismos y de las generaciones futuras.

La mayoría de los países han firmado varios tratados internacionales con el propósito de trabajar juntos a través de medidas específicas en los acuerdos ambientales internacionales que se han formulado para desarrollar estrategias minimizando el deterioro de la calidad de vida de las personas y el medio ambiente, entre los convenios internacionales ambientales tenemos:

- ✓ El "Protocolo de Kioto sobre el Cambio Climático" ha reducido los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono mediante el uso de combustibles fósiles y contribuyendo al calentamiento global de las principales potencias.
- ✓ El Convenio de Estocolmo protege y defiende los principios de cada estado para mejorar la calidad de vida de las personas.
- ✓ El Convenio sobre la Diversidad Biológica reconoce la importancia internacional de la biodiversidad como un recurso importante para mantener el equilibrio de la tierra, y los países desarrollados reducen su impacto sobre los ecosistemas y sus especies en base a sus actividades tecnológicas.
- ✓ La Cumbre de la Tierra, que es una conferencia internacional de todos los países, tiene como objetivo llegar a un acuerdo sobre medio ambiente, desarrollo, cambio climático, biodiversidad y otras cuestiones ambientales.
- ✓ El Protocolo de Montreal protege la capa de ozono de la destrucción y degradación de sustancias contaminadas.
- ✓ La Convención de Ramsar protege y protege la cantidad de humedales como ecosistema, así como muchos otros acuerdos ambientales para proteger al planeta del desarrollo destructivo de la humanidad.

En última instancia, la tarea de la humanidad es formular y aplicar un gran número de leyes nacionales e internacionales para regular y sancionar sus propios comportamientos, comportamientos y actividades humanas relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales. Lamentablemente, la mayoría de las personas aún no conocen estas leyes. Aceptada y menos seguida, ser violada no tiene importancia para la sociedad en su conjunto.

Por lo tanto, los seres humanos, las comunidades, los países y la sociedad tienen la responsabilidad de supervisar, proteger, garantizar y hacer cumplir todas las leyes ambientales existentes para regular y sancionar a todas las personas que violen el derecho de residencia. Un medio ambiente sano proporciona una calidad de vida a las generaciones presentes y futuras. (Pineda, 2020)

## 5. Metodología

La metodología que se trabajó en el proyecto es de enfoque cualitativo y cuantitativo partiendo de la necesidad de establecer procesos de caracterización y determinación de ruido ambiental en el centro histórico de la Ciudad de Popayán, departamento del Cauca.

Se propuso realizar la medición del ruido ambiental en diferentes localizaciones de la ciudad Blanca en el mes de agosto; las cuales se desarrollaron dentro de un cronograma establecido, evitando que las condiciones climáticas afectaran su ejecución. En el proyecto aplicado se plantearon tres fases acorde a cada uno de los objetivos, reconociendo la zona de estudio para la recolección de la información solicitada en la toma de muestras del monitoreo, previo a ello se identificaron los niveles de ruido y finalmente la construcción de alternativas de solución que mejoren la calidad de vida de las personas que transitan por este sector.

El sistema estratégico de transporte público de Popayán, la CRC, el ICBF, han realizado proyectos de planes de manejo ambiental, ayudando a prevenir y mitigar los impactos generados a partir de la ejecución de cada uno de sus proyectos, como lo es el caso de transporte (movilidad futura), con sus obras viales en el sector urbano que buscan ampliar las vías evitando retirar el entorno ecológico que sirve como refugio a los animales que han sido vulnerables a otro tipo de intervenciones.

La zona a estudiar fue el centro de la ciudad de Popayán por su gran influencia en el comercio y el sector de transporte, para ello en el presente proyecto se ejecutó un monitoreo y toma de muestras en los puntos más críticos, enfocándose principalmente en el tráfico vehicular y el perifoneo que aportan un gran porcentaje de la contaminación acústica, para tal fin se realizaron encuestas pertinentes donde se determinó la problemática. Por otro lado existen las fuentes fijas,

empresas, construcciones, establecimientos públicos, que alteran en gran medida la tranquilidad y bienestar de las personas y especies aledañas a estos lugares.

### 5.1.Fase 1: Identificación de la zona a estudiar.

De acuerdo a la metodología planteada se realizó el monitoreo de la medición del ruido en el centro histórico de Popayán, para la medición de ruido ambiental en diferentes áreas de la ciudad, se tuvo en cuenta las condiciones climáticas y otras condiciones logísticas permitieran su ejecución para realizarlas de acuerdo con el cronograma previsto.

Se realizaron las mediciones de los niveles de ruido  $L_{eq}$  en dB y demás parámetros; en la toma de muestras se utilizó un celular smartphone debido que conseguir un equipo para monitoreo fue difícil a causa de que muchas entidades estaban trabajando desde casa y no fue fácil adquirir a la prestación de un sonómetro, las muestras se tomaron con la aplicación decibel X: dBA sonómetro, que ofrece mediciones pre-calibradas y altamente confiables.

*Imagen 3. Aplicación sonómetro*



Fuente: google play. Apps

Actualmente las herramientas tecnológicas nos permiten realizar este tipo de actividades, evidenciando proyectos realizados con este tipo de móviles y sus resultados son confiables comparados con un equipo de monitoreo. El procedimiento para la medición de ruido ambiental tuvo en cuenta lo establecido en la Resolución 0627 de 2006, tal como se indica a continuación:

- Como primer paso se hizo un sondeo por la zona con mayor flujo de tránsito para lograr identificar las actividades realizadas y el tipo de ruido generado.
- Las medidas de los niveles de ruido ambiental, se calcularon instalando el celular smartphone a una altura de un metro con veinte (1,20) centímetros, medidos a partir del suelo terrestre y a una distancia paralela de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición, si no existen en ninguno de los costados, se toma el punto semejante entre los límites del espacio público correspondiente.
- Todas las medidas se realizaron en condiciones ambientales locales presentadas en cada uno de los intervalos unitarios de tiempo de medida, con velocidades del viento, inferiores a 3.0 m/s.
- Las mediciones se realizaron sin presencia de lluvias y pavimentos, asfaltos y/o suelos secos.

## **5.2.Fase 2: Identificación de los niveles de ruido por periodos de medición en los diferentes sectores y corredores viales**

Para mediciones de emisiones de ruido de fuentes fijas se tuvieron en cuenta las siguientes situaciones, la verificación de las condiciones climáticas debido a que no es posible realizar toma de muestras con condiciones de humedad, lluvia y altas temperaturas lo cual en estas situaciones los resultados no serían válidos, por otro lado tenemos la efectividad del medidor, los intervalos y los procedimientos para la medición.

La localización de los puntos de medición en cada uno de los sectores se efectuó así:

- Se realizaron recorridos físicos por cada sector para identificar los puntos de interés, por sus características.
- Cada punto se localizó en el plano de la ciudad, para observar su distribución y mejor identificación de los mismos.
- Cada medición con la distribución efectuada en los quince (15) minutos, según se estipula en el Artículo 5° de esta resolución, 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 monitoreo se realizó en tres sitios establecidos; el primero fue la Iglesia San Francisco, carrera 9 entre calle 3 y 4, el segundo en el sector del antiguo centro comercial Anarkos, carrera 6 entre calle 6 y 7 y finalmente en el palacio de justicia en la carrera 4 entre calles 2 y 3. Logrando identificar un abundante flujo vehicular en horas de la mañana y noche.



### **5.3.Fase 3: Formulación de una alternativa de solución a los índices de ruido generado.**

Las estrategias que se presentan a continuación contienen una serie de ideas técnicas, normativas y de actitud que proponen medidas preventivas, atenuantes y/o correctivas de los problemas encontrados en el sector, esto implica la necesidad de integrar diferentes entidades públicas y recursos financieros, lo que no perjudica los recursos de las instituciones involucradas ni forzando en el desarrollo y la participación en la formulación de esta alternativa de solución.

Los aspectos de la estrategia de solución son los siguientes:

- Seguimiento de la investigación de emisión de ruido ambiental en diferentes sectores de Popayán.
- Realizar visitas técnicas para identificar la problemática.
- Teniendo en cuenta el entorno socioeconómico e identificado el sector se puede lograr una recuperación de los niveles de presión sonora que se encuentran permitidos por la ruta principal del transporte.
- Monitorear y controlar proyectos de infraestructura de alto impacto, como vías principales entre otras.

La identificación de las problemáticas que más afectan a la población se obtuvo de manera cualitativa, con observación directa mediante el recorrido por la zona recopilando información de los puntos más transitables.

#### **5.4.Fase 4: Alternativas de gestión de la contaminación acústica.**

El flujo vehicular es la fuente más importante, para implementar un plan de descontaminación de ruido, se debe designar un organismo o un equipo de trabajo para realizar evaluaciones, retroalimentar, monitorear, controlar y analizar. Puede estar integrado por miembros de entidades públicas o instituciones con la participación de profesionales en la materia. El equipo de trabajo debe tomar las medidas adecuadas y necesarias como la sensibilización, investigación y desarrollo y procedimientos de control para solucionar el problema del ruido.

Se proponen estrategias frente a la temática de los problemas de ruido para mejorar el seguimiento y control de los sectores con niveles de presión sonora saturados; además de realizar estudios de investigación y desarrollo, se puede utilizar como herramienta técnica para la aplicación de medidas preventivas y correctivas.

La etapa a ser considerada en el plan de descontaminación de ruido de la ciudad de Popayán permitirá la implementación de estrategias encaminadas a controlar las emisiones sonoras en base a los resultados obtenidos del proceso de autoevaluación y monitoreo con el fin de cumplir con el nivel máximo permitido de la norma nacional de emisión de ruido ambiental.

Para las diferentes etapas del proyecto, se deben considerar los siguientes puntos:

- Evaluar y analizar los problemas de ruido detectados.
- Marco legal y antecedentes legales
- Información ante organismos responsables.
- Educación ambiental para controlar y reducir el ruido.
- Definir medidas para reducir las emisiones sonoras
- Evaluación, seguimiento y análisis de áreas prioritarias.

En el proceso de ejecución, cada estrategia debe ser registrada, analizada y retroalimentada con el fin de tomar medidas de mejora para obtener resultados que cumplan con las metas, de lo contrario el proceso debe ser modificado; por lo tanto no solo se hace un seguimiento durante el desarrollo sino también en la calidad durante desarrollo del proyecto.

Las estrategias de cada etapa se organizaron en formato de tabla o fichas técnicas, que contiene la siguiente información de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Ficha técnica

<b>Seguimiento del comportamiento del ruido</b>	
<b>Objetivo</b>	Incrementar los conocimientos técnicos y científicos para el estudio de diversos aspectos del proceso de comportamiento del ruido.
<b>Descripción</b>	Mediante la realización de investigaciones sobre el ruido, lograr el control y sanción de las actividades que producen ruido a través de reglamentos municipales para reducir la emisión de dichos contaminantes. Además de campañas educativas dirigidas a estudiantes de todos los niveles, a empresarios y propietarios de automóviles para que contribuyan a la sensibilización medioambiental.
<b>Justificación</b>	Generar impactos y conciencia ambiental entre los habitantes y sensibilizarlos sobre la contaminación acústica para que puedan disfrutar de un entorno tranquilo y saludable.

<b>Actividades</b>	<p>Seguimiento diurno y nocturno puntos críticos.</p> <p>Normatividad municipal aplicada. Identificación de fuentes y actores responsables.</p> <p>Identificación de barreras, conforme a Técnicas de insonorización.</p> <p>Identificación del cumplimiento límite de velocidad de vehículos.</p> <p>Identificación del estado de las vías.</p> <p>Distancia promedio y mínima de las vías a residencias, establecimientos entre otros.</p> <p>Aplicación NTC en conjunto con Res 0627 de 2006.</p> <p>Integración de entidades grupo de cooperación de trabajo.</p>		
<b>Recursos</b>	Humanos	Técnicos	Científicos
	<p>Un Ingeniero coordinador Análisis de datos</p>	<p>Registro fotográfico.</p> <p>Sonómetro.</p> <p>Normas NTC sobre ruido</p>	<p>Equipo de instrumentación requerido.</p> <p>Análisis de Datos.</p> <p>Posibles mejoras.</p>

<b>Indicadores</b>	Tipo de medida.	Competencia directa.	Entidad apoyo.
<b>Niveles de ruido.</b> <b>Actividad en el sector predominante.</b> <b>Normas Municipales.</b> <b>Actividad de peatones.</b> <b>Estado de las vías.</b> <b>Registro de información continua por instrumentación</b>	Prevención. Seguimiento. Evaluación. Control	Autoridad ambiental	Municipio y policía

## 6. Resultados

### 6.1.Resultado 1: Identificación de los niveles de ruido por periodos de medición en los diferentes sectores y corredores viales.

En la actualidad las zonas con mayor nivel de ruido son las vías principales representando niveles relevantes debido al tráfico vehicular siendo una fuente lineal y la ubicación de establecimientos comerciales denominadas fuentes puntuales generando una contaminación acústica que afecta a las personas que residen cerca a estas zonas.

Los puntos estratégicos para el desarrollo de los niveles de producción de ruido que ha sobrepasado los límites permisibles, hacen énfasis en el tráfico vehicular durante el día y la noche, lo que aumenta en gran medida el impacto negativo de las emisiones sonoras.

En los mapas de ruido [imagen 5 y 6](#) corresponden a la jornada diurna y nocturna de los días ordinarios. De acuerdo a la información obtenida, graficada, comparada y analizada, se procede a realizar un análisis más detallado, en el cual se identifican claramente las zonas de mayor incidencia en los niveles de presión sonora máxima permisible para la emisión de ruido ambiental.

Para efectuar la comparación con la norma de ruido ambiental, se hace necesario, tomar algunos apartes del Acuerdo 06 de 5 de agosto de 2002, por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial y así clasificar los sectores en los cuales se realizaron las mediciones.

“ARTÍCULO 63. Uso Comercial y de Servicios. Se entiende por uso comercial la actividad destinada al intercambio de bienes al por mayor o al detal. El uso comercial y de servicios se podrá establecer en las distintas zonas de acuerdo con las características de estas, y con la clasificación y las tipologías de usos posibles asignados para las mismas de acuerdo con la tabla 18 (Actividades comerciales y de servicio permitidos por zona).”

### 6.1.1. Monitoreo

Se tuvo en cuenta las condiciones climáticas para la toma de las muestras debido a que estas condiciones pueden alterar los resultados de monitoreo, el día que se tomó la muestras el clima en horas de la mañana en la Ciudad de Popayán estaba un poco caluroso en 27°C con probabilidad de lluvia 44%, en horas de la tarde con una temperatura de 25°C y en la noche de 21°C, a pesar de que no hubo lloviznas si se nublo un poco en la tarde pero no afectó en el desarrollo del monitoreo.

La representación gráfica nos permite obtener un análisis bastante extenso bajo la premisa de monitorear los puntos de evaluación específicos, estos puntos nos permiten obtener datos de campo y características de diferentes fuentes, tales como los aforos vehiculares, tipo de vías, ancho de vías, las velocidades promedio de los vehículos; todo esta información nos permite ser usada para la representación gráfica y considerando que la medición de campo debe ser verificada por un modelo teniendo un diferencial entre más o menos tres decibeles, reflejando el seguimiento de lo monitoreado en campo. Siendo una herramienta de gestión ambiental que puede ayudar a la autoridad competente a identificar las diferentes fuentes de interacción en el área de análisis de su operación y ubicar estos focos donde sea necesario el control y la mitigación acústica teniendo en cuenta los usos de suelo de mayor restricción en este caso los asociados con la residencia, hospitales, escuelas entre otros. Es importante desarrollar un plan de acción en el que se desarrollen medidas de control para las diferentes fuentes.

### 6.1.2. Datos del monitoreo

Tabla 2. Datos del monitoreo

Áreas	Muestra #1	Muestra # 2	Muestra # 3
Toma 1	71,1 dB	72,5 dB	79,6 dB
Toma 2	82,7 dB	86,5 dB	91,5 dB
Toma 3	83,1 dB	77,4 dB	82,7 dB
Toma 4	76,8 dB	84,4 dB	90,4 dB

#### Toma 1:

Imagen 5. Muestra #1



Fuente: elaboración propio

Imagen 6. Muestra #2



Fuente: elaboración propio

Imagen 7. Muestra #3



Fuente: elaboración propio

## Toma 2:

Imagen 8. Muestra #1



Fuente: elaboración propio

Imagen 9. Muestra #2



Fuente: elaboración propio

Imagen 10. Muestra #3



Fuente: elaboración propio

## Toma 3:

Imagen 11. Muestra #1



Fuente: elaboración propio

Imagen 12. Muestra #2



Fuente: elaboración propio

Imagen 13. Muestra #3



Fuente: elaboración propio

### Toma 4:

Imagen 14. Muestra #1



Fuente: elaboración propio

Imagen 15. Muestra #2



Fuente: elaboración propio

Imagen 16. Muestra #3



Fuente: elaboración propio

Con los resultados del monitoreo se puede establecer y definir los objetivos del mapeo de ruido que debe estar encaminado en la determinación de los focos y fuentes del ambiente y zonas específicas, articulando mediante las normas y regulaciones adicionales que contribuyen con la descontaminación y poder establecer soluciones de control para los impactos generados, como desafío se tiene que tanto se ha mitigado el ambiente; otro de los aspectos a considerar es poder socializar, compartir información y buscar recursos en cuanto a apoyo humano, técnico y económico con las diferentes entidades como la administración municipal y departamental. Con el fin de formular estrategias que puedan enfocarse en planes de manejo del ruido ambiental a corto y largo plazo. De esta forma, los estudios periódicos de emisión de ruido basados en la emisión de ruido y el impacto del ruido ambiental pueden favorecer un seguimiento continuo de la evolución de las estrategias implantadas.

**Resolución número (627) 07 de abril de 2006, Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.**

Los niveles máximos permisibles establecidos por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de acuerdo a la resolución 0627 del 7 de abril de 2006. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. En el capítulo 2, Artículo 9 los estándares máximos permisibles de emisión de ruido: En la Tabla 3 de la presente resolución se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles ponderados A (dB(A)):

Tabla 3. El estándar máximo permitido para el nivel de emisión de ruido, expresado en decibeles dB (a).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
<b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
<b>Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		

<b>Sector C. Ruido</b>  <b>Intermedio</b>  <b>Restringido</b>	<p>Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.</p>	75	75
	<p>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.</p>	70	60
	<p>Zonas con usos permitidos de oficinas.</p>	65	55
	<p>Zonas con usos institucionales.</p>		
<p>Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.</p>	80	75	

<b>Sector D. Zona</b> <b>Suburbana o Rural</b> <b>de</b> <b>Tranquilidad y</b> <b>Ruido</b> <b>Moderado</b>	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

### **6.1.3. Mapas de ruido.**

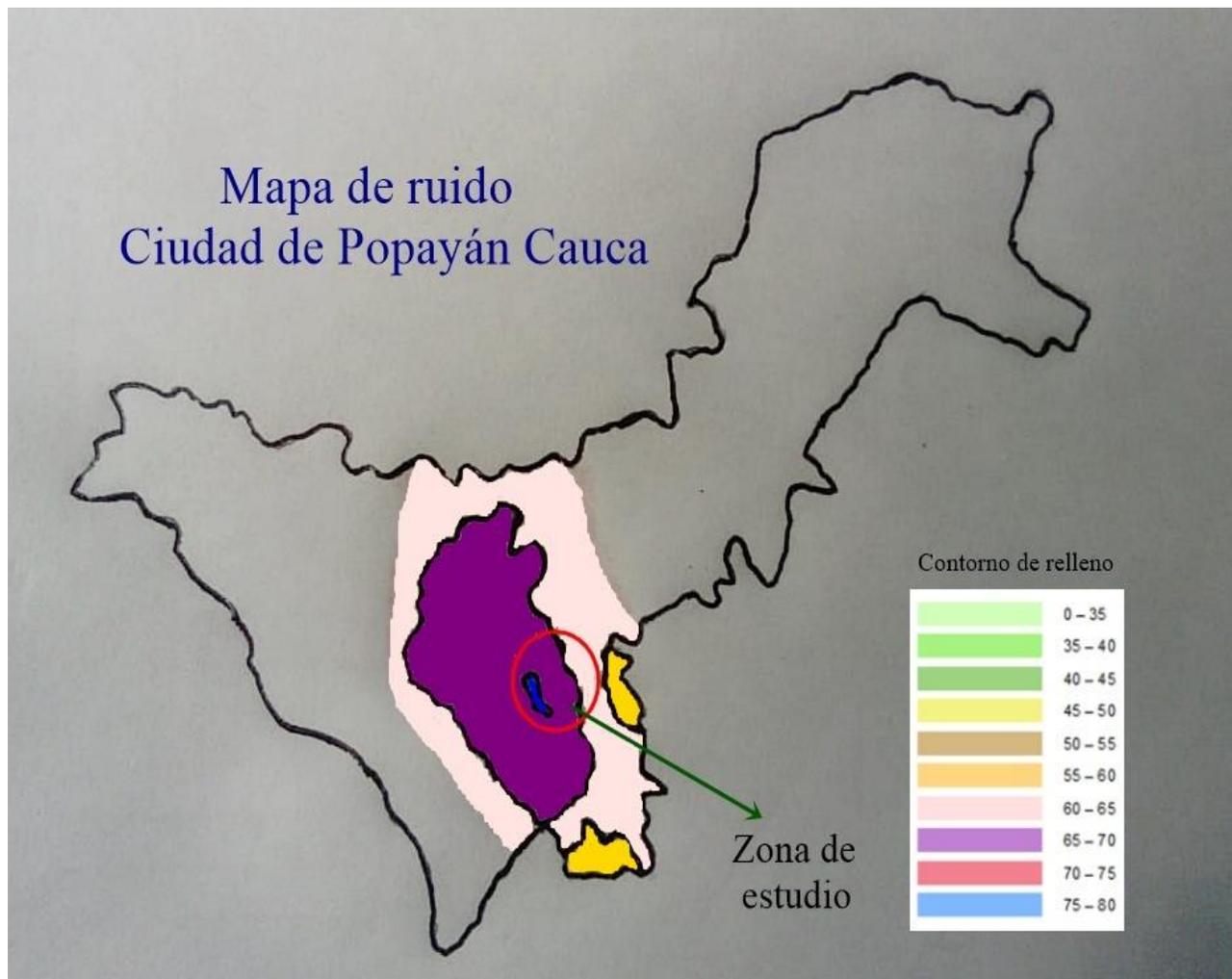
Para los niveles de presión sonora medidos conforme a la normatividad y procedimiento que trata la Resolución 627 de 2006, se procede a la comparación con los niveles máximos permisibles de emisión de ruido ambiental. También se realiza una representación gráfica comparativa para cada nivel de presión sonora máxima permisible con el conjunto de puntos que se consideran dentro de la categoría correspondiente a la tabla 2 de la Resolución 627 de 2006.

Para un buen manejo de ruido se deben establecer dos pasos fundamentales, el primero es el monitoreo de la exposición del ruido identificando detalladamente las zonas donde se evidencian focos que contribuyan con el deterioro de la calidad del ambiente y las personas que habitan el lugar y en segunda instancia mitigar la emisión en los ambientes de ruido y no solo las emisiones si no realizar un tratamiento específico en los diferentes espacios de acuerdo con las actividades que se desarrollen ajustando los diversos criterios acústicos que impactan la salud auditiva de las personas generando una buena planificación y control del ruido.

Los mapas de ruido proporcionados por la investigación de la CRC, evidencian nueva y notoriamente que el ruido de Popayán sobrepasa los niveles máximos permisibles, desafortunadamente el centro histórico de la ciudad Blanca está sufriendo por los ruidos provocados, así lo demostró la investigación del Centro de Investigaciones Urbanas del Cauca y su laboratorio de planificación territorial; El centro determinó que el 97,5% de los puntos de investigación en el área urbana superaron el límite permisible recomendado de 55 decibeles establecido por la Organización Mundial de la Salud, alcanzando los 75 decibeles, convirtiéndose Popayán en una de las ciudades con mayor generación de ruido ambiental.

- Mapas de ruido en base al informe obtenido por la corporación regional de cauca CRC.

Imagen 17. Mapa de ruido (Diurno) de Popayán



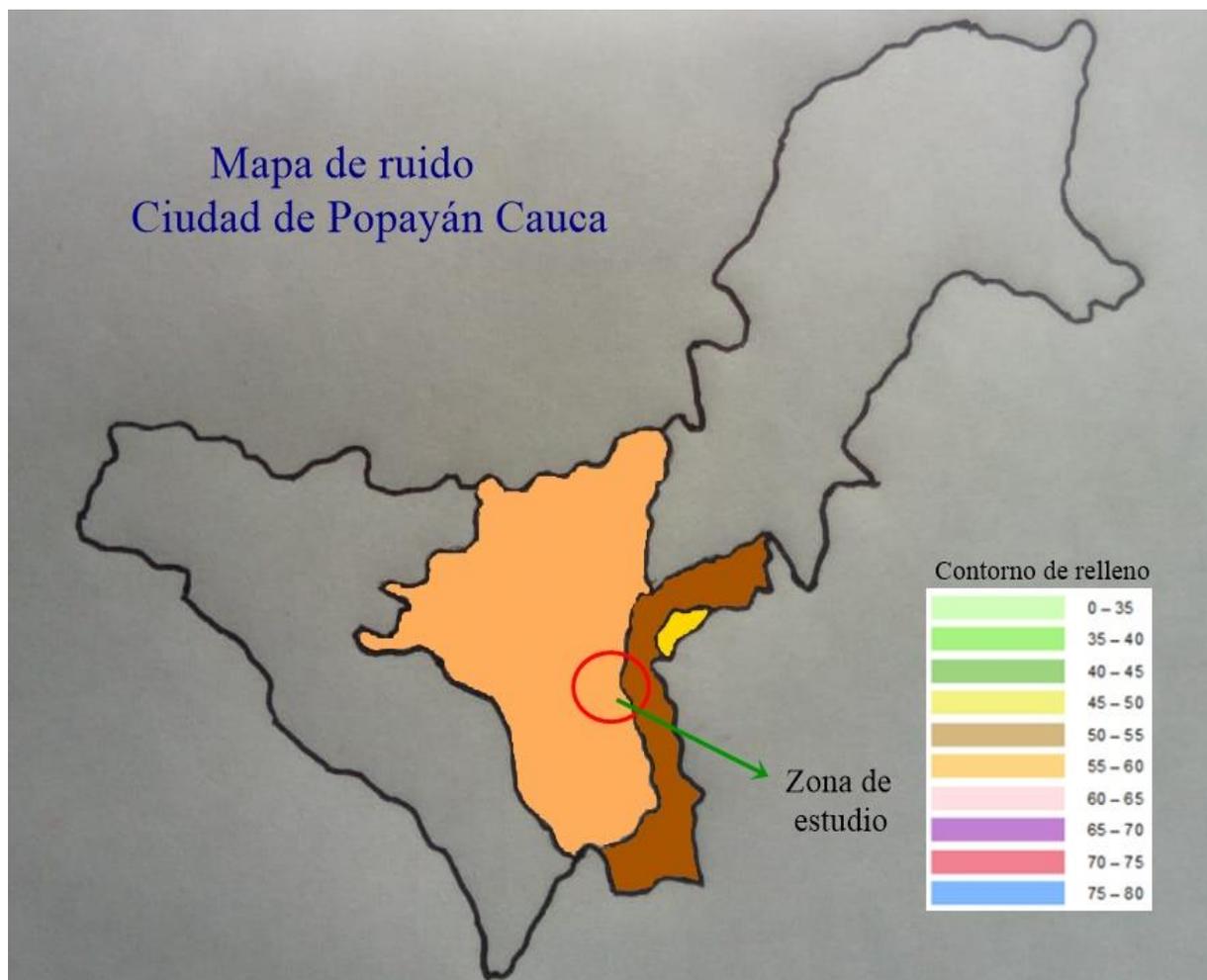
Fuente: Elaboración propio.

En la imagen número 5, se observa el comportamiento de los niveles de ruido para la ciudad de Popayán, es necesario considerar en detalle el estado de las vías, sus dimensiones y los elementos de las ondas sonoras reflejadas en el lateral de la vía. Los altos niveles de ruido son causados en

gran parte por actividades humanas en sectores como el tráfico vehicular; estas fuentes de emisión de ruido generadas tienden a ser continuas y a veces intermitentes.

Los datos correspondientes al rango entre 75 y 80 db resaltado en azul indican un alto grado de ruido debido a las vías de carriles donde hay alto fluido vehicular, por otra parte la zona de la comuna 4 corresponde al rango entre 65 u 70 db en donde se ubican colegios e instituciones destacando la Corporación Universitaria de Comfacauca (Unicomfacauca), la escuela de salud del Cauca, Colegio liceo cervantes, etc. Y la región en amarillo con valores entre 45-50 db corresponde a la zona de la comuna 5 barrio San Andrés.

Imagen 18. Mapa de ruido (Nocturno) de Popayán



Fuente: Elaboración propio.

En la imagen número 6, se observa el comportamiento de los niveles de ruido para la ciudad de Popayán, en los mapas de ruido presentados se evidencio que los niveles más altos corresponden al centro del parque caldas y su alrededor, de acuerdo al monitoreo los decibeles arrojados sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos,

Los datos correspondientes al rango entre 50 y 60 db indican zona de bares, instituciones educativas y sector comercial que se ubican en el centro del parque Caldas, por otra parte la zona de la comuna 3 corresponde al rango entre 45 y 50 región en amarilla, donde se ubican

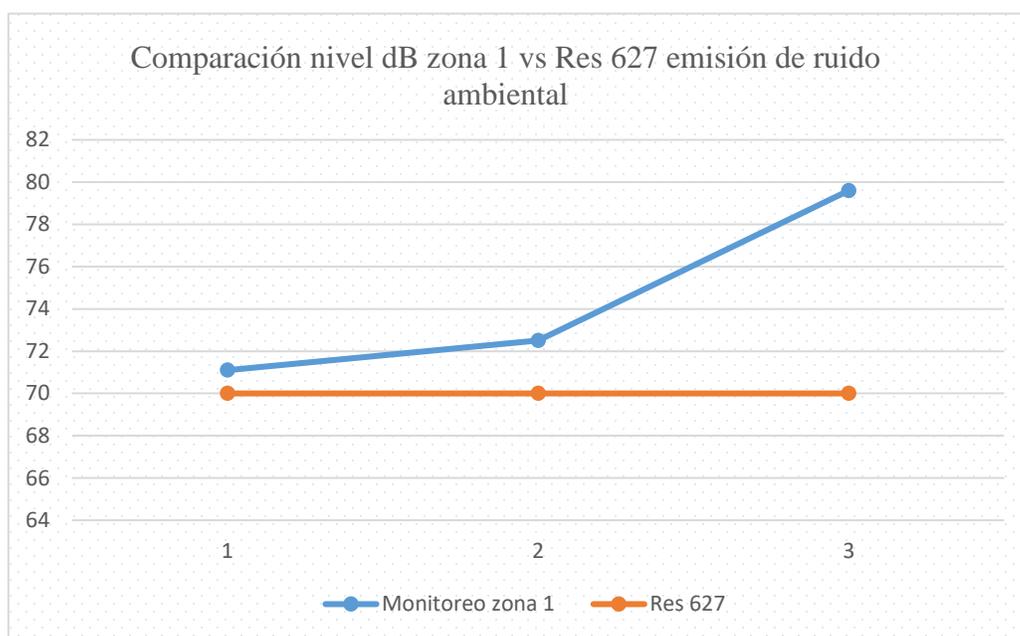
urbanizaciones como yanaconas y el colegio Liceo Alejandro de Humboldt, urbanización Colina campestre y restaurantes que son focos de generación de ruido ambiental.

Sin embargo en la noche donde se debe evidenciar menor generación de ruido, se encuentran discotecas, bares y otro tipo de actividades que muchas veces trastornan la calidad del sueño de los habitantes cercanos al sector. Es importante que las entidades o personas encargadas en controlar estas alteraciones en horas de la noche realicen recorridos por las principales zonas afectadas poniendo en práctica el cumplimiento de la normatividad establecida a la resolución 0627 del 7 de abril de 2006.

#### 6.1.4. Resultados del monitoreo

Para los niveles de presión sonora medidos conforme a la normatividad en la resolución 627 de 2006, se compararon los niveles máximos permisibles de emisiones de ruido ambiental. También se realizó una representación gráfica de cada nivel máximo permitido de presión sonora, correspondiente con la resolución mencionada.

Gráfica 1. Nivel de ruido zona #1

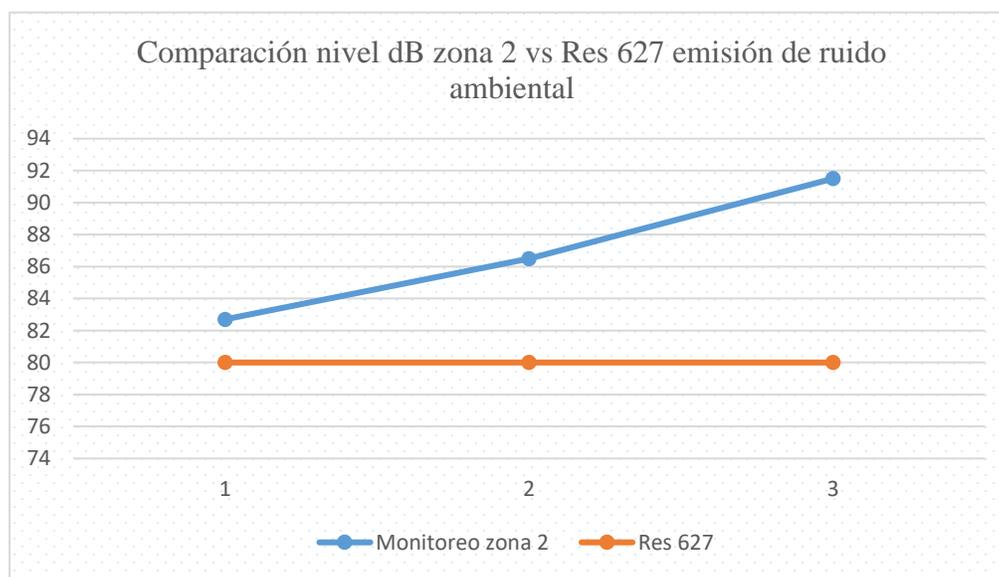


Fuente: Elaboración propio, 2021

De acuerdo con las mediciones realizadas y la representación de la gráfica N° 1 se observa el alto grado de sobrepaso, en especial en el último punto de medición donde se presenta un aumento en los niveles de presión sonora máxima permisible para emisión de ruido ambiental. La línea azul representa las zonas donde fue realizado el monitoreo, el punto 1 obtuvo un decibel de 71,1 que se tomó por la iglesia San Francisco en horario de 7:05 am con una duración de 5 minutos, dejando transcurrir 15 minutos para la toma de la segunda muestra, punto 2 que fue en el centro del parque

caldas a las 7:25 am con una duración de 5 minutos y finalizando los 15 minutos el punto número 3 en el palacio de justicia a las 7:45 am evidenciando un 79,6 dB en la carrera 4 debido al alto tráfico de colectivos que pasan por el centro de la Ciudad. La creación de estrategias ayuda a disminuir el nivel de presión sonora en los puntos que ocasionan los sobrepasos de los niveles de ruido máximos permisibles tanto para la jornada diurna y nocturna.

Gráfica 2. Nivel de ruido zona #2



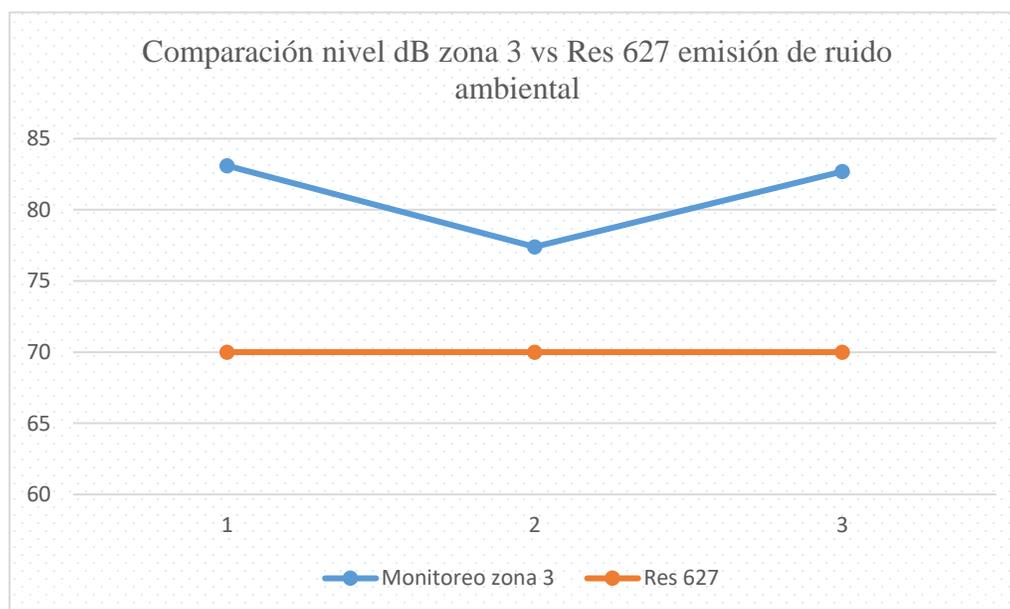
Fuente: Elaboración propio, 2021

Para la gráfica N° 2 se resaltar la acción que ocasiona el tráfico vehicular que transita por la red vial, algunas razones pueden ser calles estrechas, una poca cantidad de espacios verdes y la arquitectura de la zona. La línea azul representa las zonas donde fue realizado el monitoreo, en el punto 1 obtuvo un decibel de 82,7 que se tomó por la iglesia San Francisco en horario de 11:30 am con una duración de 5 minutos, dejando transcurrir 15 minutos para la toma de la segunda muestra, punto 2 que fue en el centro del parque caldas a las 11:50 am con una duración de 5 minutos y finalizando los 15 minutos el punto número 3 en el palacio de justicia a las 12:10 pm

evidenciando un 91,5 dB en la carrera 4, estos altos niveles se deben al tráfico vehicular; en especial a que es una hora bastante congestionada por los habitantes debido a que salen de sus labores en busca de lugares donde almorzar o realizar otro tipo de diligencias.

Para efectuar la comparación con la norma de ruido ambiental, es necesario adoptar ciertas partes del acuerdo 06 del 5 de agosto de 2002, que adoptó un plan de ordenamiento territorial y así clasificar los sectores en los cuales se realizaron las mediciones.

Gráfica 3. Nivel de ruido zona #3



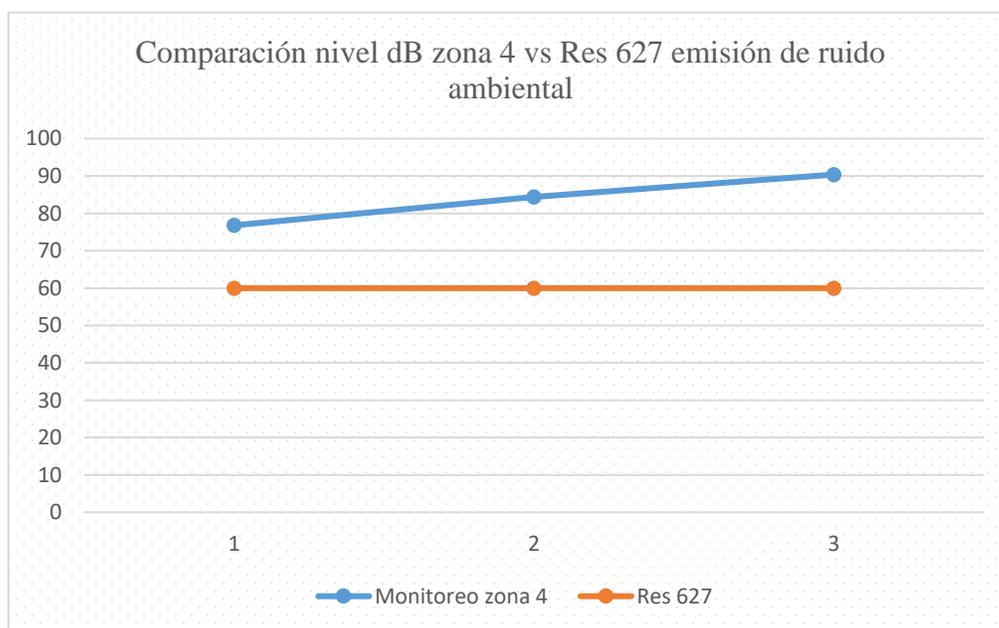
Fuente: Elaboración propio, 2021

Mediante el análisis de la gráfica N° 3 se evidencio el no cumplimiento de la resolución observando el grado de contaminación correspondiente a ruido. La línea azul representa las zonas donde fue realizado el monitoreo, el punto 1 obtuvo un decibel de 83,1 que se tomó por la iglesia San Francisco en horario de 03:05 pm con una duración de 5 minutos, dejando transcurrir 15

minutos para la toma de la segunda muestra, punto 2 que fue en el centro del parque caldas a las 3:25 pm con una duración de 5 minutos en esta vez se observó una disminución en decibeles la cual fue 77,4 dB a causa de que no había mucho personal transitando por la zona, sin embargo se considera un alto nivel de ruido de acuerdo a la resolución 0627 del 7 de abril de 2006, y finalizando los 15 minutos el punto número 3 en el palacio de justicia a las 3:45 pm se evidencia un 82,7 dB en la carrera 4 debido al alto tráfico de colectivos y arreglos en la vía.

Este problema debe resolverse mediante el estudio, seguimiento y control de las posibles causas que la generan, sin embargo hay que actuar considerando el tráfico vehicular como una de las principales causa de contaminación acústica que afectan a la ciudad.

Gráfica 4. Nivel de ruido zona #4



Fuente: Elaboración propio, 2021

Con respecto a las gráficas anteriores, en la gráfica N° 4 para la jornada nocturna se puede observar una tendencia similar con valores promedios entre el resultado del monitoreo de los datos que no cumplen con la normatividad. La línea azul representa las zonas donde fue realizado el monitoreo, el punto 1 obtuvo un decibel de 76,8 que se tomó por la iglesia San Francisco en horario de 6:00 pm con una duración de 5 minutos, dejando transcurrir 15 minutos para la toma de la segunda muestra, punto 2 que fue en el centro del parque caldas a las 6:20 pm con una duración de 5 minutos y finalizando los 15 minutos el punto número 3 en el palacio de justicia a las 6:40 pm evidenciando un 90,4 dB en la carrera 4, donde se aprecia la elevación del nivel de ruido debido a que las personas van finalizando su horario laboral y se disponen a desplazarse a sus lugares de descanso, muchas de ella ignorando la problemática que se genera a su alrededor mientras realizan sus actividades.

A través de esta estimación se puede concluir que para la jornada nocturna se deben utilizar los procedimientos o estrategias correspondientes a desarrollar en el plan de descontaminación por ruido, es de considerar el seguimiento a las fuentes importantes de generación de ruido como los vehículos que circulan en la vía.

## **6.2.Resultado 2: Alternativas de solución a índices de ruido generado.**

Para socializar los problemas causados por el ruido, es necesario no solo realizar investigaciones sobre el ruido ambiental, sino también a la normatividad y estudios de carácter de emisión de ruido por parte de establecimientos y tráfico vehicular. En esta estrategia, es deseable contar con herramientas que permitan un seguimiento continuo obteniendo el apoyo e intervención de entidades competentes para resolver el problema del ruido.

Si se llevan a cabo investigaciones más detalladas sobre el ruido, imponiendo la normatividad municipal que controlan y sancionan las actividades que producen altos niveles de ruido, se puede reducir la emisión de dichos contaminantes. Además de las campañas de educación para grupos de estudiantes de todos los niveles, también contribuyen las actividades de protección ambiental para empresarios y propietarios de automóviles. Generando conciencia a la gente sobre los efectos nocivos de las emisiones de los vehículos sobre el ruido, también se recomienda que el departamento continúe realizando las campañas del día sin carro mejorando la movilidad y tranquilidad de las personas.

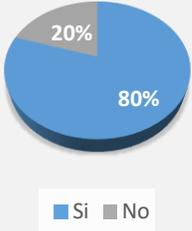
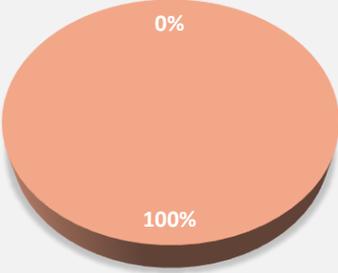
Otro aspecto a considerar es la capacidad de socializar, compartir información y encontrar recursos con distintas entidades, como municipios y administraciones departamentales, para el apoyo humano, técnico y económico. Desarrollando estrategias que hagan importantes los planes de gestión del ruido ambiental a corto y largo plazo. De esta forma, los estudios periódicos de emisión de ruido y el impacto ambiental que produce, pueden fomentar un seguimiento continuo de la evolución de las estrategias implementadas.

### **6.2.1. Encuestas.**

Para los datos analizados de la encuesta de sensibilización en contaminación por emisiones de ruido ambiental, se establecieron diez preguntas formuladas que se describen en la tabla número 2 resultados de la entrevista, estas preguntas se realizaron a personas que transitaban por la zona y algunos vendedores informales que se encontraban en el sector.

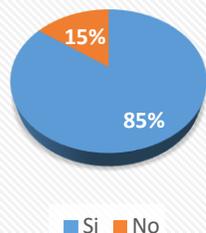
La encuesta se realizó durante el trabajo de campo, con el fin de reunir información que justifique la objetividad de algunos ciudadanos en la problemática del ruido ambiental y obtener conocimiento sobre la identificación de las fuentes emisoras cerca de las zonas residenciales. A continuación se presentan los resultados del desarrollo de la encuesta.

Tabla 4. Resultado de la entrevista

Preguntas	Análisis						
<p data-bbox="396 386 678 411"><i>Imagen 19. Afectación ruido</i></p> <div data-bbox="237 436 854 852" style="border: 1px solid gray; padding: 10px;"> <p data-bbox="318 464 773 562"><b>¿Se siente afectado por la producción de ruido originado en el sector?</b></p>  <table border="1" data-bbox="451 600 643 831"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="500 793 597 823">■ Si ■ No</p> </div> <p data-bbox="418 961 652 991">Fuente: Elaboración propio</p>	Respuesta	Porcentaje	Si	80%	No	20%	<p data-bbox="857 422 1421 621">Es evidente el grado de importancia que debemos darle a esta problemática que afecta al 80% de la población y aun así no se le ha solucionado nada para disminuir un poco esta alteración.</p>
Respuesta	Porcentaje						
Si	80%						
No	20%						
<p data-bbox="396 1087 678 1113"><i>Imagen 20. Horario de ruido</i></p> <div data-bbox="237 1138 854 1575" style="border: 1px solid gray; padding: 10px;"> <p data-bbox="367 1165 837 1234"><b>¿En que horario se presenta mayor ruido?</b></p>  <table border="1" data-bbox="383 1234 721 1507"> <thead> <tr> <th>Horario</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Día</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Noche</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="483 1528 630 1558">■ Día ■ Noche</p> </div> <p data-bbox="418 1612 652 1642">Fuente: elaboración propio</p>	Horario	Porcentaje	Día	100%	Noche	0%	<p data-bbox="857 1136 1421 1503">La mayor generación de ruido se presenta en horas del día, debido al tráfico, el aumento de los vendedores informales y aunque en la noche ninguno respondió que se presentaban emisiones de ruido, se quejaron porque había vecinos que hacían rumbas y ponían el equipo a gran volumen sin embargo no reportaron esto ante ninguna entidad.</p>
Horario	Porcentaje						
Día	100%						
Noche	0%						

*Imagen 21. Afectación de la comunicación*

**¿Cree que los niveles de producción de ruido afecta la comunicación entre las personas ?**



Fuente: Elaboración propio

La mayoría de las personas entrevistadas viven cerca del centro, lo cual expresaron que los niveles de ruido producidos por las diferentes actividades les afectan en gran medida su manera de comunicarse al momento de tratar de dialogar con otras personas.

*Imagen 22. Problemas de salud*

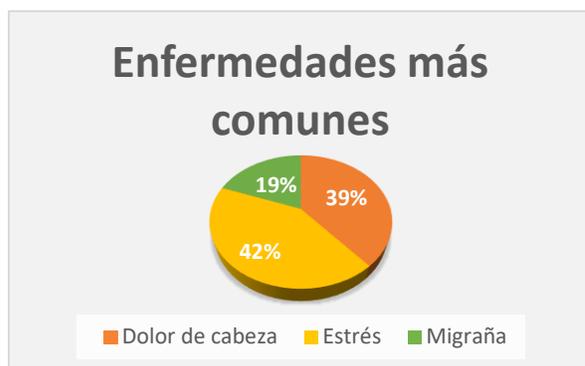
**¿Ha presentado problemas de salud a causa del ruido generado?**



Fuente: Elaboración propio

Es notorio que las personas presenten molestias en su estado de salud, ya que en el monitoreo realizado los decibeles promedio fueron de 70 a 91,5 dB, sobrepasando de una manera gradual los niveles permisibles.

Imagen 23. Enfermedades comunes



Fuente: Elaboración propio

Por ahora las afectaciones más comunes son el dolor de cabeza, estrés y migraña, pero no sabemos si existen otro tipo de molestias que las personas aún no presentan o que tal vez no se vean afectadas por ello, pero que a futuro causen graves problemas en su salud.

Imagen 24. Fuentes de ruido



Fuente: Elaboración propio

Dentro de las opciones por la cual las personas encuestadas decidieron elegir fueron: el tráfico vehicular en un 37% siendo el foco de mayor nivel de producción de ruido, lo cual es algo que ha ido aumentando de manera significativa afectando no solo la audición de las personas si no también la contaminación atmosférica que ocasionan los vehículos, aunque existen vehículos amigables con el medio ambiente todavía se evidencian autos que generan gran producción de humo negro afectando el centro de la Ciudad y convirtiéndose en un problema ambiental de mayor magnitud.

Imagen 25. Campaña disminución ruido



Fuente: Elaboración propio

Una de las campañas que con mayor frecuencia se realiza en la Ciudad de Popayán es el día sin carro, notoriamente muchas personas ven significativamente el beneficio que esto trae para su entorno personal como el ambiental, aunque últimamente ha disminuido el nivel del tráfico en la Ciudad debido a la pandemia, se sigue escuchando un gran nivel de ruido, sin embargo este tipo de campañas se deberían realizar más de seguido evitando así los niveles de ruido y la contaminación atmosférica que producen los vehículos.

Imagen 26. Tiempo exposición ruido



Fuente: Elaboración propio

El 71% de los encuestados permanecen expuestos a los diversos ruidos generados más de 3 horas, afectando así su salud ya que en una de las preguntas anteriores se dio respuesta a las problemas de salud que esto ocasiona, por ende es importante crear estrategias que logren concientizar a las personas sobre las consecuencias si no le disminuimos a los niveles de ruido que producimos, afectando de manera negativa a la población de palomas que habitan en especial este sector y tal vez especies que se encuentren en zonas aledañas.

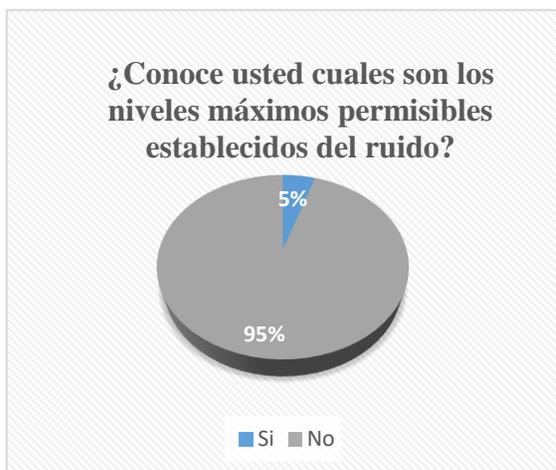
Imagen 27. Quejas sobre la problemática



Fuente: Elaboración propio

El 100% de las personas se quejó sobre los altos niveles de producción del ruido producido en la zona, sin embargo hasta ahora ninguno se ha quejado sobre esta problemática ante alguna entidad encargada para alertar y verificar las posibles soluciones que se puedan efectuar, solo se quejan entre los mismos ciudadanos pero ninguno ha realizado algún tipo de petición, lo cual podemos ver que así como en la encuesta realizada sobre la problemática pueden existir otro tipo de inconformidades pero nadie hace nada al respecto para mejorar alguna de estas situaciones.

Imagen 28. Niveles permisibles del ruido



Fuente: Elaboración propio

Tan solo el 5% de la población encuestada conoce los niveles máximos permisibles de ruido y esto se debió a que al estar tan expuesta al ruido generado se tomó a la tarea de investigar hasta donde era permitido el nivel del ruido pero desafortunadamente solo se quedó en la información porque a pesar de darse cuenta de la problemática no genero ningún tipo de alerta a alguna persona que pudiera dar respuesta o solución a estos altos niveles que en ocasiones sobrepasan los niveles.

Imagen 29. Tipo de ruido generado



Fuente: Elaboración propio

Se tuvo una buena acogida de los habitantes de la zona teniendo como respuesta final el 75% de las personas señaló que el ruido generado en la zona era insoportable y más en horas picos debido a la gran congestión de autos, muchos de ellos parqueados en zonas que está prohibido parquear provocando trancones, el parlante de algunos vendedores, pitos de los agentes de tránsito entre otros factores colapsan el nivel ruido, dentro del centro y otras localidades que también presentan esta problemática de seguido.

### **6.2.2. Árbol de problemas y árbol de soluciones.**

En el árbol de problemas y soluciones se encontró que la causa de los altos niveles de ruido es por el incremento de las fuentes móviles, sin embargo con la creación de campañas pedagógicas y el cumplimiento de la normatividad se puede reducir en gran medida esta problemática. En la identificación de los niveles de ruido se hizo un recorrido por la zona para la implementación del monitoreo en el centro histórico de la ciudad de Popayán, aunque es complejo elaborar un plan que controle el ruido ambiental, se puede lograr la generación de concientización a las personas con respecto al problema auditivo, para que en el centro de la ciudad se disminuya en un gran porcentaje este contaminante.

Teniendo en cuenta las características de los resultados de referencia para el número de vehículos y su composición, se considera pensar en estrategias de investigación orientada a la oferta del parque automotor mejorando la circulación a lo largo de los principales corredores viales del centro de la ciudad de Popayán.

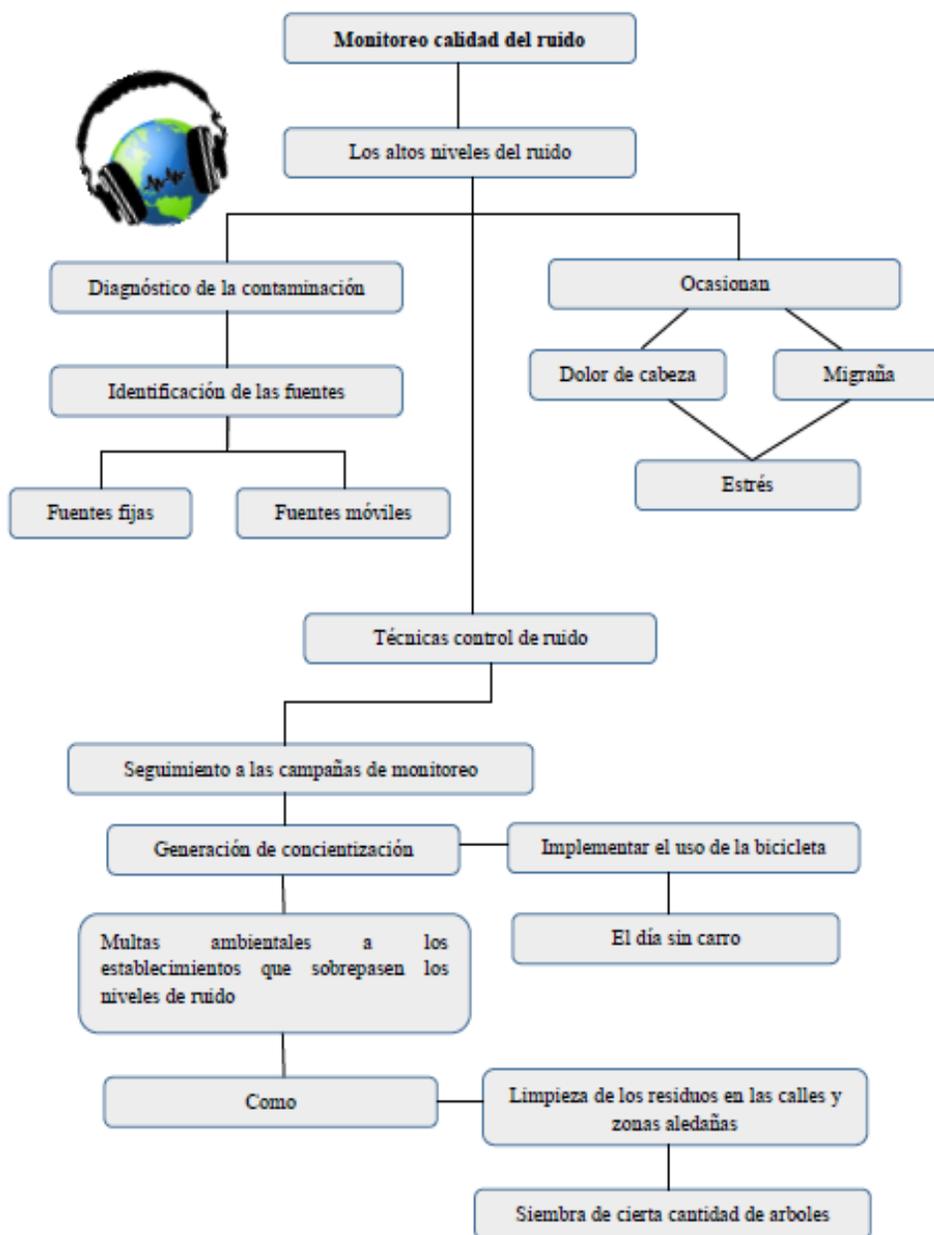
Para implementar nuevas estrategias de movilización alternas al uso de la bicicleta, se pueden buscar alternativas tanto para las motocicletas, vehículos livianos y transporte público, logrando no solo la prevención y control de la contaminación acústica, sino también otros aspectos de la contaminación atmosférica. Por este motivo, se recomienda integrar a la flota vehículos eléctricos de alto rendimiento, especialmente vehículos del sector público.

En cuanto a las estrategias para mitigar los problemas de ruido, se puede desarrollar la implementación de algunas de las propuestas desarrolladas diseñadas en países de Iberoamérica como España las cuales han tenido buenos resultados como el ayuntamiento de Madrid (2000) que considera: la regulación de la velocidad, la disposición relativa de usos sensibles y vías generadoras de ruido y la asignación de vías de circulación entre otros.

### 6.2.3. Mapa conceptual

#### Mapa conceptual calidad del ruido

Imagen 30. Mapa conceptual



Fuente: elaboración propio

Al establecer los factores de riesgo sociales y ambientales en relación con las actividades humanas, podemos encontrar que un factor de riesgo, es toda situación o circunstancia que puede afectar un lugar o la salud de una persona, encontrando riesgos sociales y ambientales en donde el principal involucrado son las personas, debido a los prolongados periodos de ruido que presentan problemas de salud las más comunes en la zona de estudio desarrollados por la encuesta tenemos que las dolencias que más presentan son el dolor de cabeza, migraña y estrés. También hay que tener en cuenta las anteriores situaciones, para la toma de decisiones y estrategias en cuanto a la problemática de ruido ambiental.

La corporación regional del Cauca (CRC), determinó una alerta haciendo un llamado de atención a la administración municipal la cual debe hacer un seguimiento a los altos niveles de ruido generados, la policía de la ciudad también tiene autoridad en regular los excesos de ruido que perturban la tranquilidad de los payaneses, aún no existe una claridad sobre quién es el encargado de mitigar este tipo de impacto o si es verdad existe forma de lidiar con él. Pero lo que sí es claro es que si cada uno aporta un grano de arena, se puede evitar el incremento de este enemigo silencioso que poco a poco se va convirtiendo en una causa molesta en el diario vivir y de una u otra manera el medio ambiente ha sido deteriorado en gran medida.

## 6.2.4. Árbol de problemas

Imagen 31. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propio

En el desarrollo del árbol de problemas se evidencia de una manera más gráfica los riesgos ambientales y como se pueden analizar en el transcurso del proyecto, la problemática principal es el deterioro de la calidad de vida del ser humano y del ambiente, causando como por ejemplo el incremento de fuentes móviles, seguido por el incumplimiento de normatividad, trayendo consigo efectos como el alto impacto al ambiente, alteración en la salud pública entre otras.

Debido a los altos niveles de ruido se producen afectación a la salud, tanto física como mental lo cual es muy considerable ya que reduce el nivel de concentración, produciendo fatiga, estrés y

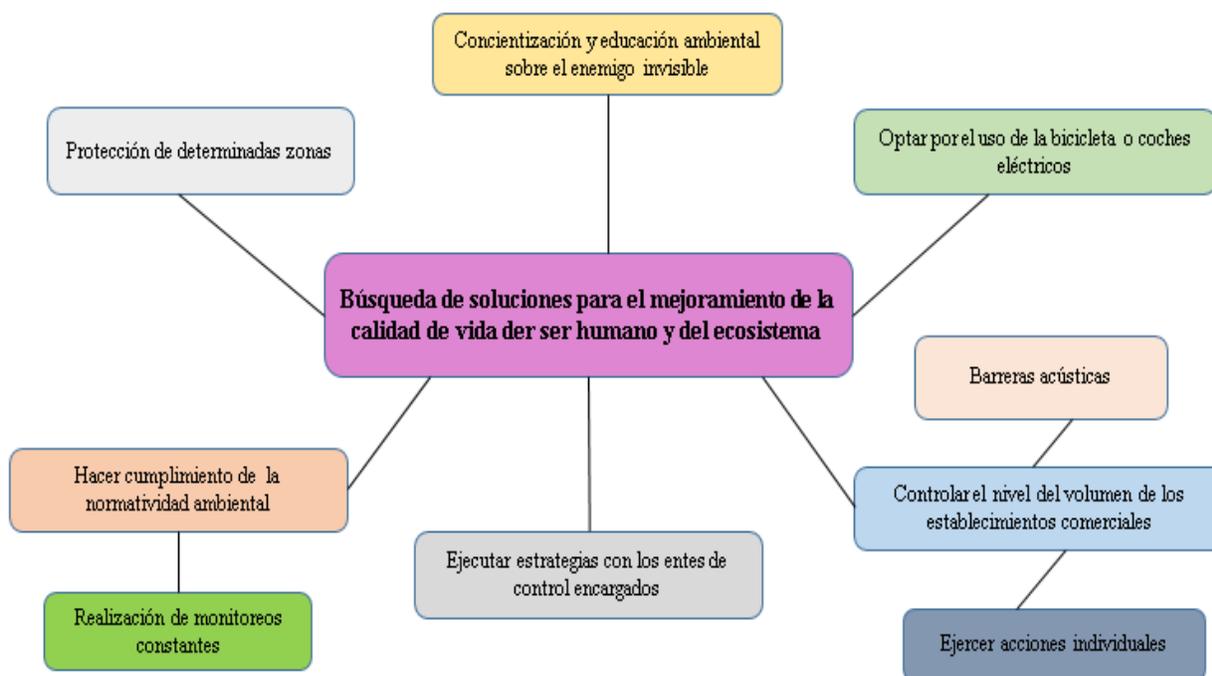
dolores de cabeza, por eso es importante concientizar a la comunidad implementando continuas campañas pedagógicas sobre la protección auditiva y el cuidado del medio ambiente.

La falta de compromiso de las entidades encargadas hace la labor un poco más ardua, debido a que algunas personas no tienen mucha cultura ciudadana y solo se alteran cuando alguien más les hace un llamado de atención, por eso es necesario que las entidades encargadas estén al tanto de esta problemática ayudando a controlar estas variaciones en los ruidos producidos.

Tanto para Popayán como para las demás zonas de Colombia, la contaminación acústica ha sido un problema ambiental olvidado, pasando inadvertido tanto para medios de comunicación como por la administración pública y a pesar de que es bastante notorio casi no se le presta atención por no ser un problema tan visible, pero que en gran medida poco a poco ocasiona molestias en la salud de las personas y que a futuro se puede convertir en un problema mayor si no le damos la importancia debida. Los expertos de OMS alertaron que existe una relación directa entre los altos niveles de ruido y el aumento de las enfermedades que este ocasiona, aunque existen otros contaminantes que también afectan; la contaminación atmosférica se destaca entre la mayor problemática a nivel mundial seguido de la contaminación acústica provocando alteraciones en la salud de la ciudadanía y su entorno.

### 6.2.5. Árbol de soluciones

Imagen 32. Árbol de soluciones



Fuente: elaboración propio

Al establecer los factores de riesgo, sociales y ambientales se puede considerar que el objetivo principal es reducir la emisión generada por las actividades de las personas que provocan altos niveles de ruido, teniendo en cuenta las condiciones y límites permisibles del nivel máximo permitido de presión sonora, así como las medidas de protección ambiental del ruido. Buscando una solución en la calidad de vida de las personas y el medio ambiente, implementando cada una de las estrategias mencionadas en el árbol de soluciones; permitiendo definir acciones en sentido y dirección más específicos con el fin de proteger la salud de la población y el ambiente.

Al proponer las estrategias ambientales, con la comunidad se puede lograr un dialogo para que el ciudadano entienda las diferentes problemáticas o riesgos que generan las actividades que realizan a diario, debido a esto no solo sería el dialogo con las personas, también programar labores para que sean inspeccionadas por las entidades ambientales mejorando la concientización de cada una de las personas que transitan por este u otros lugares. Estableciendo mecanismos de cooperación para diseñar políticas económicas y educativas que integren la planificación ambiental y urbana en temas de ruido.

### **6.3.Resultado 3: Alternativas de gestión de la contaminación acústica.**

Según los resultados obtenidos, el 75% de las personas afirma que debido a la gran cantidad de ruido que se genera a diario en las zonas urbanas, ya han experimentado problemas de salud, cuyas causas más habituales son los dolores de cabeza, el estrés y la migraña. Es necesario instaurar campañas de concientización ambiental y cultura ciudadana que permita crear de una manera lúdica el comportamiento que muchas veces se tiene y por el hecho de no permanecer siempre en ese lugar no es tan notorio, pero de alguna manera se está afectado negativamente a los demás habitantes de la ciudad de Popayán.

Una de las entidades encargadas como es la CRC ha realizado estudios previos a las alteraciones de la calidad del ruido de toda la ciudad de Popayán, durante el proceso de medición del ruido ambiental que realizaron en las diferentes ubicaciones y puntos de referencia geográficos, se encontró que vehículos como motocicletas, vehículos livianos y transporte público pesado (principalmente pasajeros) emitían ruidos fuertes. En los casos anteriores, el uso inadecuado de las bocinas en los semáforos y de la música producida por vehículos ligeros ha demostrado ser un aspecto importante para ayudar a reducir el ruido en el sector de la ciudad.

Es importante proteger la salud y bienestar de las personas y el entorno en el que realizan sus actividades reduciendo su exposición a riesgos en las actividades diarias, desde un punto de vista práctico el proyecto aplicado realizado tuvo como objetivo proporcionar la información y los datos necesarios para tomar las medidas correctivas y preventivas adecuadas a los problemas existentes.

## 7. Conclusiones

Del anterior proyecto aplicado concluye lo siguiente:

- Luego de realizar un sondeo por la zona a estudiar se obtuvieron datos necesario de acuerdo al monitoreo realizado, procediendo a interpretar y analizar los resultados de la zona de estudio sobre la cantidad de flujo vehicular y su impacto al medio ambiente, es importante instalar un sistema de monitoreo continuo, que permita reportar los datos de concentración de contaminante acústico de acuerdo a las normas y resoluciones ya establecidas.
- De acuerdo al monitoreo realizado en el sector histórico de la ciudad de Popayán aún siguen los altos niveles de ruido generados, siendo la contaminación acústica un problema global que evidentemente se debe actuar y promover el civismo, permitiendo un compromiso individual y colectivo ayudando a reducir los altos niveles de ruido.
- Hacer regir el cumplimiento de los planes de acción permitiendo que la calidad acústica sea uno de los temas prioritarios conduciendo a un entorno acústico más saludable y beneficioso para la sociedad y el medio ambiental.
- La creación de estrategias como el día sin carro las personas lo tomaron de la mejor manera, por ello sería importante hacer un cronograma más seguido para gestionar esta actividad, organizando de una forma más concreta esta táctica mejorando la salud y bienestar de las personas, la fauna e incluso la flora que se encuentra alrededor del sector, aunque la sociedad que ha sido más afectadas por los altos niveles de ruido no han impuesto una queja o solicitud para remediar un poco esta problemática, manifiestan molestias debido que en altas horas de la noche los vecinos hacen celebraciones poniendo música a alto volumen afectando sus horas de descanso, por ello

es importante la generación de conciencia para poder erradicar de manera significativa este contaminante que de una u otra manera nos produce afectaciones ya sea a corto, mediano o largo plazo en la salud.

- La labor que tenemos los ingenieros ambientales con respecto al progreso de la calidad de vida tanto de las personas como del ecosistema es de gran importancia ya que son muchos los retos, dentro de los cuales encontramos la innovación, el diseño, la concientización y el mejoramiento de la sostenibilidad ambiental.
- Los resultados obtenidos en el monitoreo del ruido ambiental se evidencia claramente que el sector del centro de Popayán no cumple con la normatividad de los niveles permitidos para la calidad del ruido, sin embargo las quejas por esta problemática no han sido ejecutadas por parte de la población afectada. Por otra parte la sociedad ha demostrado generar más conciencia haciendo incluso que haya compromiso creando estrategias prioritarias comprometidas con la protección del medio ambiente.
- La población y el entorno ambiental siempre están expuestos a altos niveles de ruido que afectan la salud de las personas y hacen que las especies de la zona emigren, por ello es necesario garantizar el cumplimiento de las resoluciones creadas para controlar los niveles de producción de ruido en las ciudades.

## 8. Recomendaciones

- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante el monitoreo es necesario realizar planes de descontaminación por ruido que permitan el mejoramiento y la calidad de vida de las personas y el ecosistema.
- Efectuar planes de educación y sensibilización ambiental con el fin de que la comunidad conozca la normatividad vigente y los efectos que se derivan de la exposición a los altos niveles de presión sonora por largos periodos.
- La falta de tolerancia y respeto entre las personas hacen que estos problemas se vuelvan en conflictos, desafortunadamente este es un problema de gran magnitud ambiental que se puede solucionar con el diálogo y creación de estrategias para reducir las consecuencias que trae.
- Es necesario promover y fortalecer mecanismos de planificación participativa en las acciones comunitarias en procesos de desarrollo sostenible, para que las personas tengan más conciencia ambiental.
- Promover la educación para el civismo evitando situaciones de ruido en los espacios públicos, abogando por la reducción de la contaminación acústica generada por los diferentes factores que alteran la tranquilidad de las personas.
- Las encuestas realizadas fueron una herramienta que nos permitió desarrollar un análisis más a fondo sobre lo que aqueja a nuestra sociedad, por ello es importante inspeccionar la zona para así identificar los impactos negativos que perjudican el ecosistema.

## 9. Anexos

Imagen 33. Evidencia encuesta


 Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia
 

**Encuesta (Ruido Ambiental en el sector histórico de la Ciudad de Popayán)**

Edad: 25      Sexo: F      Nivel de estudio: Profesional

1. ¿Se siente afectado por la producción del ruido originado en el sector?  
Sí  No

2. ¿En qué horario se presenta mayor ruido?  
Día  Noche

3. ¿Cree usted que los niveles de ruido producido afectan la comunicación entre las personas?  
Sí  No

4. ¿Ha presentado problemas de salud a causa del ruido generado?  
Sí  No

Si su respuesta es sí, indique los problemas que ha presentado:  
Dolor de cabeza  Migraña  Pérdida de audición  Estrés  Mareos   
Pérdida de sueño  Otros

¿Cuál? \_\_\_\_\_

5. ¿Cuál cree que es la mayor fuente de ruido que afecta la zona?  
Tráfico vehicular  Aviones / helicópteros  Bares / Discotecas  Construcciones   
Comercio  Otros  ¿Cuál? \_\_\_\_\_

6. ¿Cree que las campañas como el día sin carro benefician a la disminución del ruido?  
Sí  No

7. ¿Cuánto tiempo permanece expuesto a este ruido?  
Más de 3 horas  Menos de 2 horas  Más de 8 horas

8. ¿Ha impuesto alguna queja sobre esta problemática?  
Sí  (Ante qué entidad) \_\_\_\_\_ No

9. ¿Conoce usted cuales son los niveles máximos permisibles establecidos del ruido?  
Sí  No

10. ¿Considera que el tipo de ruido generado es?  
Moderado  Insoportable  Nulo

Fuente: elaboración propio

Imagen 34. Evidencia encuesta




**Encuesta (Ruido Ambiental en el sector histórico de la Ciudad de Popayán)**

Edad: 50      Sexo: M      Nivel de estudio: 5to primaria

1. ¿Se siente afectado por la producción del ruido originado en el sector?  
Sí  No
2. ¿En qué horario se presenta mayor ruido?  
Día  Noche
3. ¿Cree usted que los niveles de ruido producido afectan la comunicación entre las personas?  
Sí  No
4. ¿Ha presentado problemas de salud a causa del ruido generado?  
Sí  No

Si su respuesta es sí, indique los problemas que ha presentado:  
 Dolor de cabeza  Migraña  Pérdida de audición  Estrés  Mareos   
 Pérdida de sueño  Otros   
 ¿Cuál? \_\_\_\_\_

5. ¿Cuál cree que es la mayor fuente de ruido que afecta la zona?  
 Tráfico vehicular  Aviones / helicópteros  Bares / Discotecas  Construcciones   
 Comercio  Otros  ¿Cuál? \_\_\_\_\_
6. ¿Cree que las campañas como el día sin carro benefician a la disminución del ruido?  
Sí  No
7. ¿Cuánto tiempo permanece expuesto a este ruido?  
Más de 3 horas  Menos de 2 horas  Más de 8 horas
8. ¿Ha impuesto alguna queja sobre esta problemática?  
Sí  (Ante qué entidad) \_\_\_\_\_ No
9. ¿Conoce usted cuales son los niveles máximos permisibles establecidos del ruido?  
Sí  No
10. ¿Considera que el tipo de ruido generado es?  
Moderado  Insoportable  Nulo

Fuente: elaboración propio

Imagen 35. Evidencia encuesta




**Encuesta (Ruido Ambiental en el sector histórico de la Ciudad de Popayán)**

Edad: 23 años      Sexo: Femenino      Nivel de estudio: Estudiante de Pregrado

1. ¿Se siente afectado por la producción del ruido originado en el sector?  
Sí  No
2. ¿En qué horario se presenta mayor ruido?  
Día  Noche
3. ¿Cree usted que los niveles de ruido producido afectan la comunicación entre las personas?  
Sí  No
4. ¿Ha presentado problemas de salud a causa del ruido generado?  
Sí  No   
Si su respuesta es sí, indique los problemas que ha presentado:  
Dolor de cabeza  Migraña  Pérdida de audición  Estrés  Mareos   
Pérdida de sueño  Otros   
¿Cuál? \_\_\_\_\_
5. ¿Cuál cree que es la mayor fuente de ruido que afecta la zona?  
Tráfico vehicular  Aviones / helicópteros  Bares / Discotecas  Construcciones   
Comercio  Otros  ¿Cuál? \_\_\_\_\_
6. ¿Cree que las campañas como el día sin carro benefician a la disminución del ruido?  
Sí  No
7. ¿Cuánto tiempo permanece expuesto a este ruido?  
Más de 3 horas  Menos de 2 horas  Más de 8 horas
8. ¿Ha impuesto alguna queja sobre esta problemática?  
Sí  (Ante qué entidad) \_\_\_\_\_ No
9. ¿Conoce usted cuales son los niveles máximos permisibles establecidos del ruido?  
Sí  No
10. ¿Considera que el tipo de ruido generado es?  
Moderado  Insoportable  Nulo

Fuente: elaboración propio

Imagen 36. Evidencia encuesta


 Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia
 

**Encuesta (Ruido Ambiental en el sector histórico de la Ciudad de Popayán)**

Edad: 44      Sexo: f      Nivel de estudio: Técnico

1. ¿Se siente afectado por la producción del ruido originado en el sector?  
Sí  No

2. ¿En qué horario se presenta mayor ruido?  
Día  Noche

3. ¿Cree usted que los niveles de ruido producido afectan la comunicación entre las personas?  
Sí  No

4. ¿Ha presentado problemas de salud a causa del ruido generado?  
Sí  No

Si su respuesta es sí, indique los problemas que ha presentado:  
Dolor de cabeza  Migraña  Pérdida de audición  Estrés  Mareos   
Pérdida de sueño  Otros

¿Cuál? \_\_\_\_\_

5. ¿Cuál cree que es la mayor fuente de ruido que afecta la zona?  
Tráfico vehicular  Aviones / helicópteros  Bares / Discotecas  Construcciones   
Comercio  Otros  ¿Cuál? \_\_\_\_\_

6. ¿Cree que las campañas como el día sin carro benefician a la disminución del ruido?  
Sí  No

7. ¿Cuánto tiempo permanece expuesto a este ruido?  
Más de 3 horas  Menos de 2 horas  Más de 8 horas

8. ¿Ha impuesto alguna queja sobre esta problemática?  
Sí  (Ante qué entidad) \_\_\_\_\_ No

9. ¿Conoce usted cuales son los niveles máximos permisibles establecidos del ruido?  
Sí  No

10. ¿Considera que el tipo de ruido generado es?  
Moderado  Insoportable  Nulo

Fuente: elaboración propio

Imagen 37. Desarrollo encuesta



Fuente: elaboración propio

Imagen 38. Desarrollo encuesta



Fuente: elaboración propio

*Imagen 39. Desarrollo encuesta*



Fuente: elaboración propio

*Imagen 40. Desarrollo encuesta*



Fuente: elaboración propio

*Imagen 41. Desarrollo encuesta*



Fuente: elaboración propio

*Imagen 42. Desarrollo encuesta*



Fuente: elaboración propio

## 10. Referencias bibliográficas

- González, J. R. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194224431015.pdf>
- Pacheco, et al., (2009). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto. Universidad de los andes. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n30/n30a10.pdf>
- República de Colombia. (2006) Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo sostenible. Recuperado de: [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/norma\\_ruido/Resolucion\\_627\\_de\\_2006\\_-\\_Norma\\_nacional\\_de\\_emision\\_de\\_ruido.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/norma_ruido/Resolucion_627_de_2006_-_Norma_nacional_de_emision_de_ruido.pdf)
- Chaparro León, Linares C. (2017). Evaluación del cumplimiento de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en la universidad libre sede el bosque. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10370/Proyecto%20Ruido%20UL%2017.02.2017.pdf?sequence=1>
- Aeronáutica civil. (2010) Epam s.a. Informe técnico aeropuerto Guillermo león valencia de Popayán. Monitoreo de ruido. Recuperado de: <file:///C:/Users/Veronica%20%20Medina/Downloads/Anexo%205.%20Monitoreo%20de%20Ruido.pdf>
- ECODES. (2005). Efectos de la contaminación acústica sobre la salud. Recuperado de: <https://ecodes.org/noticias/efectos-de-la-contaminacion-acustica-sobre-la-salud#.Xlbwp2hKjIV>

- Guía metodológica para la realización de los estudios acústicos. (1999). Comunidad de Madrid. Recuperado de: <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1220447112663&ssbinary=true>
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. resolución 0627 del 7 de abril de (2006). República de Colombia. Recuperado de: <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2006resolucion627.pdf>
- HSBNOTICIAS.COM. Portal GEP. Marzo (2020). Recuperado de: <https://hsbnoticias.com/trafico/popayan>
- Alcaldía de Popayán. (2016) Secretaria de tránsito. Recuperado de: [http://popayan.gov.co/sites/default/files/decreto\\_20161500025415\\_28062016.pdf](http://popayan.gov.co/sites/default/files/decreto_20161500025415_28062016.pdf)
- Corporación autónoma regional de Cundinamarca. (2007). Mapa de ruido. Municipio de Girardot Cundinamarca. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b32a013443e2.pdf>
- Ruido y salud. Unión europea. (2009). Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía. Recuperado de: [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfded&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfded&groupId=7294824)
- Procuraduría ambiental y del ordenamiento territorial del D.F. (2002). Contaminación por ruido y vibraciones. Recuperado de: <http://paot.org.mx/centro/paot/ruido02-05.pdf>
- Equipo editorial. (2017). Hábitat y desarrollo urbano. Medellín, Colombia. Recuperado de: <https://la.network/ruido-toma-centro-historico-popayan/>

- González & Calle. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 18(1), 17-28. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169439782001.pdf>
- Barón Archila, W. C. (2018). Diseño del plan de descontaminación de aire para la ciudad de Yopal. Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2565>
- García & Varón. (2017). El ruido ambiental en el centro de la ciudad de Ibagué, Colombia y la medida de pico y placa. Recuperado de: <https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/2356/2185>