

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 8

16-

FECHA	miércoles, 27 de noviembre de 2019
--------------	------------------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Facatativa

UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
PÉREZ CAMELO	JAVIER MAURICIO	1.073.512.433
TORRES CARDENAS	BETSY DAYANA	1.072.751.595

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 2 de 8

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
DE LUQUE VILLA	MIGUEL

TÍTULO DEL DOCUMENTO
PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía INGENIERO AMBIENTAL

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
27/11/2019	70 pg

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Ruido ambiental	Environmental noise
2. Evaluación ambiental	environmental assessment
3. Plan de descontaminación	decontamination plan
4. Trafico vehicular pesado	heavy vehicle traffic
5. calle 15-Facatativa Cundinamarca	15th street - Facatativá Cundinamarca.
6.	



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 8

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

En el presente estudio se diseñó un plan de descontaminación de ruido para la calle 15 del municipio de Facatativá, tomando como primera referencia el informe publicado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR en el 2009, donde se evidencia alto porcentaje de la zona urbana del municipio que excede los límites permisibles según la norma vigente Resolución 627 de 2006; para ello se procedió a evaluar el impacto ambiental generado principalmente por el tráfico vehicular pesado generado por las empresas de hidrocarburos BIOD y ECOPETROL en conjunto con el tráfico urbano. Para lograr el primer objetivo se caracterizaron los niveles de ruido ambiental con 40 puntos en horario diurno y nocturno dentro del área de estudio utilizando un sonómetro tipo II y comparados con el artículo 17 de la resolución sector B - "Tranquilidad y Ruido moderado". Por consiguiente, se realizaron los mapas de ruido diseñados con el Software Arc-GIS 10.5 para la observación de la distribución del ruido ambiental, donde se observó que no cumplen con los estándares máximos permisibles en un 97,5% de los datos obtenidos para el horario nocturno y un 59% en el horario diurno en el mes de septiembre. Para cuantificar el impacto ambiental del componente ruido por tráfico vehicular pesado se utilizó la metodología propuesta por Conesa Fernández - Vitora (2010), la cual fue adaptada a las necesidades del proyecto para definir los criterios de evaluación y determinar la importancia de los efectos, donde se consideró como SEVERO para la calle 15 del Municipio de Facatativá.

A partir de estos resultados se procedió a diseñar el plan de descontaminación de ruido con base a los puntos críticos analizados, donde se abordó el principal problema generado por el paso obligado de tráfico pesado. Se generaron alternativas generales que cuenta con medidas preventivas, correctivas, de seguimiento y sanciones, así como planes de acción y educación ambiental que abordan la parte general, social y estructural del problema identificado para garantizar la mitigación de la contaminación por ruido y cumplir con la normatividad vigente.

ABSTRACT

In the present study, a noise decontamination plan was designed for street 15 in the municipality of Facatativá, taking as a first reference the report published by the Autonomous Regional Corporation of Cundinamarca CAR in 2009, where it shows that a greater percentage of the urban area of the municipality exceeds the permissible limits according to the current norm Resolution 627 of 2006; to do so the environmental impact generated mainly by heavy vehicle traffic generated by the hydrocarbon companies BIOD and ECOPETROL together with urban traffic was evaluated. In order to achieve the first objective, the environmental noise levels were characterized with 40 points and nighttime measurements within the study area using a type II sound level meter and compared with article 17 of the



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 8

resolution sector B - "Tranquillity and Moderate Noise". Therefore, the noise maps designed with Arc-GIS 10.5 software were made to observe the distribution of environmental noise, where it was observed that they do not comply with the maximum permissible standards in 97,5% of the data obtained for night time and 59% for day time in the month of September. In order to quantify the environmental impact of the noise component by heavy vehicular traffic, the methodology proposed by Conesa Fernández - Vitora (2010) was used, which was adapted to the needs of the project to define the evaluation criteria and determine the importance of the effects, where it was considered as SEVERE for the 15th street of the Municipality of Facatativá.

Based on these results, the noise decontamination plan was designed on the basis of the critical points analysed, where the main problem generated by the forced passage of heavy traffic was addressed. General alternatives were generated that include preventive, corrective, follow-up and sanction measures, as well as action plans and environmental education that address the general, social and structural part of the problem identified in order to guarantee the mitigation of noise pollution and comply with current regulations.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 8

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca
Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 8

(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI ___ NO _X_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca
Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 7 de 8

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 8 de 8

Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



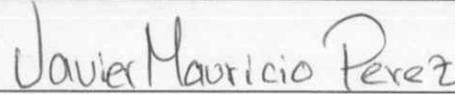
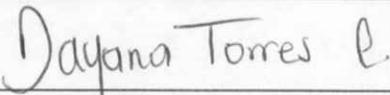
Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.pdf	TEXTO
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
PEREZ CAMELO JAVIER MAURICIO	
TORRES CARDENAS BETSY DAYANA	

12.1.40

**PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO DEL TRÁFICO VEHICULAR EN
LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**

**JAVIER MAURICIO PÉREZ CAMELO
BETSY DAYANA TORRES CÁRDENAS**

TRABAJO DE GRADO

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

2019

**PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO DEL TRÁFICO VEHICULAR EN
LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ**

**JAVIER MAURICIO PÉREZ CAMELO
BETSY DAYANA TORRES CÁRDENAS**

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Director

ING. MIGUEL DE LUQUE

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
FACATATIVÁ - CUNDINAMARCA**

2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo general	19
3.2 Objetivos específicos	19
3 MARCO TEÓRICO	20
4.1 Antecedentes	20
4.2 El ruido	22
4.3 Tipos de ruido:	23
Ruido continuo:	23
Ruido intermitente:	23
Ruido impulsivo:	23
4.4 El ruido vehicular	24
Ruido aerodinámico:.....	24
Ruido de propulsión:.....	24
Ruido de rodadura:	24
4.5 Contaminación de ruido	25
4.6 Medición del ruido	26
Clase 0:	27
Clase 1:	27
Clase 2:	27
Clase 3:	27
El micrófono:	27
Calibrador:	27
4.7 Mapas de ruido	28
4.8 Evaluación ambiental	29
4.9 Planes de descontaminación	30
5. MARCO NORMATIVO Y LEGAL	33
6. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	34
7. METODOLOGÍA	35
7.1 Caracterización de los niveles de ruido	35

7.1.1 Equipos utilizados:.....	35
7.1.2 Medición de ruido:.....	36
7.1.3 Elección de puntos de medición	38
7.1.4 Aforo vehicular	39
7.2 Evaluación ambiental (matriz de importancia)	40
7.3 Mapas de ruido.....	41
7.4 Plan de descontaminación	43
8. ANALISIS Y RESULTADOS	44
8.1 Aforo vehicular.....	44
8.1.1 Distribución del tráfico vehicular	45
8.1.2 Perfil de intensidad del tráfico vehicular	46
8.2 Matriz de impacto ambiental	47
8.3 Mapa de ruido	48
8.4 Plan de descontaminación para la calle 15.....	56
Objetivos	58
Objetivo General.....	58
Objetivos específicos	58
Alternativas generales.....	58
Medidas preventivas	58
Medidas correctivas	59
Medidas de seguimiento	71
9. CONCLUSIONES	72
10. RECOMENDACIONES.....	74
11. BIBLIOGRAFÍA	75
12. ANEXOS	78
Anexo 1. Mapa de ruido diurno	78
Anexo 2. Mapa de cumplimiento ruido diurno.....	79
Anexo 3. Mapa de ruido nocturno	80
Anexo 4. Mapa de cumplimiento horario nocturno	81
Anexo 5. Planilla de Aforo.....	82
Anexo 6. Control de asistencia a campañas de sensibilización.....	83
Anexo 7. Toma medición de ruido – Horario nocturno	84
Anexo 8. Toma medición de ruido – Horario diurno	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Equipos utilizados para la medición de ruido	35
Tabla 2: Tipo de vehículos utilizados en la planilla de Aforo vehicular.....	39
Tabla 3: Criterios para valoración de impactos ambientales - matriz de importancia.	40
Tabla 4: Importancia del impacto ambiental.....	41
Tabla 5: Rangos de lectura de los Decibeles para el mapa de ruido.	42
Tabla 6: Aforo vehicular en el lapso de 24 horas continuas.....	44
Tabla 7: Matriz de impacto ambiental.....	47
Tabla 8: Puntos seleccionados para la medición de ruido ambiental – Horario nocturno.....	48
Tabla 9: Puntos seleccionados para la medición de ruido ambiental – Horario Diurno	49
Tabla 10: Plan de acción mediante barreras vivas	61
Tabla 11: Plan de acción mediante aplicación de nuevos medios de transporte	64
Tabla 12: Plan de acción para sensibilización ambiental de conductores	65
Tabla 13: Plan de acción restricción de movilización en horario nocturno.....	68
Tabla 14: Plan de acción para mantenimiento de vías	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Flujo vehicular pesado en horario nocturno	18
Figura 2: Intensidad de distintas fuentes de ruido en Decibeles.	23
Figura 3: Selección puntos de medición.....	38
Figura 4: Distribución aforo vehicular	45
Figura 5: Perfil de intensidad para el aforo vehicular	46
Figura 6: Comparación de límites permisibles con la norma vigente – Horario nocturno.....	50
Figura 7: Comparación de límites permisibles con la norma vigente – Horario diurno	50
Figura 8: Mapa de ruido calle 15 – Horario nocturno	52
Figura 9: Mapa de cumplimiento según la RES 627/2006 – Horario nocturno	53
Figura 10: Mapa de ruido calle 15 – Horario diurno.....	54
Figura 11: Mapa de cumplimiento según la RES 627/2006 – Horario diurno.....	55
Figura 12: Flujo vehicular de transporte de combustible en horario nocturno.....	56

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Determinación del nivel equivalente - ruido ambiental	37
---	----

RESUMEN

En el presente estudio se diseñó un plan de descontaminación de ruido para la calle 15 del municipio de Facatativá, tomando como primera referencia el informe publicado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR en el 2009, donde se evidencia alto porcentaje de la zona urbana del municipio que excede los límites permisibles según la norma vigente *Resolución 627 de 2006*; para ello se procedió a evaluar el impacto ambiental generado principalmente por el tráfico vehicular pesado generado por las empresas de hidrocarburos *BIOD* y *ECOPETROL* en conjunto con el tráfico urbano. Para lograr el primer objetivo se caracterizaron los niveles de ruido ambiental con 40 puntos en horario diurno y nocturno dentro del área de estudio utilizando un sonómetro tipo II y comparados con el artículo 17 de la resolución sector B - “Tranquilidad y Ruido moderado”. Por consiguiente, se realizaron los mapas de ruido diseñados con el Software Arc-GIS 10.5 para la observación de la distribución del ruido ambiental, donde se observó que no cumplen con los estándares máximos permisibles en un 97,5% de los datos obtenidos para el horario nocturno y un 59% en el horario diurno en el mes de septiembre. Para cuantificar el impacto ambiental del componente ruido por tráfico vehicular pesado se utilizó la metodología propuesta por Conesa Fernández - Vitora (2010), la cual fue adaptada a las necesidades del proyecto para definir los criterios de evaluación y determinar la importancia de los efectos, donde se consideró como *SEVERO* para la calle 15 del Municipio de Facatativá.

A partir de estos resultados se procedió a diseñar el plan de descontaminación de ruido con base a los puntos críticos analizados, donde se abordó el principal problema generado por el paso obligado de tráfico pesado. Se generaron alternativas generales que cuenta con medidas preventivas, correctivas, de seguimiento y sanciones, así como planes de acción y educación ambiental que abordan la parte general, social y estructural del problema identificado para garantizar la mitigación de la contaminación por ruido y cumplir con la normatividad vigente.

Palabras clave --- Ruido ambiental, evaluación ambiental, plan de descontaminación, tráfico vehicular pesado, calle 15 - Facatativá Cundinamarca.

ABSTRACT

In the present study, a noise decontamination plan was designed for street 15 in the municipality of Facatativá, taking as a first reference the report published by the Autonomous Regional Corporation of Cundinamarca CAR in 2009, where it shows that a greater percentage of the urban area of the municipality exceeds the permissible limits according to the current norm Resolution 627 of 2006; to do so the environmental impact generated mainly by heavy vehicle traffic generated by the hydrocarbon companies *BIOD* and *ECOPETROL* together with urban traffic was evaluated. In order to achieve the first objective, the environmental noise levels were characterized with 40 points and nighttime measurements within the study area using a type II sound level meter and compared with article 17 of the resolution sector B - "Tranquillity and Moderate Noise". Therefore, the noise maps designed with Arc-GIS 10.5 software were made to observe the distribution of environmental noise, where it was observed that they do not comply with the maximum permissible standards in 97,5% of the data obtained for night time and 59% for day time in the month of September. In order to quantify the environmental impact of the noise component by heavy vehicular traffic, the methodology proposed by Conesa Fernández - Vitora (2010) was used, which was adapted to the needs of the project to define the evaluation criteria and determine the importance of the effects, where it was considered as *SEVERE* for the 15th street of the Municipality of Facatativá.

Based on these results, the noise decontamination plan was designed on the basis of the critical points analysed, where the main problem generated by the forced passage of heavy traffic was addressed. General alternatives were generated that include preventive, corrective, follow-up and sanction measures, as well as action plans and environmental education that address the general, social and structural part of the problem identified in order to guarantee the mitigation of noise pollution and comply with current regulations.

Keywords --- Environmental noise, environmental assessment, decontamination plan, heavy vehicle traffic, 15th street - Facatativá Cundinamarca.

INTRODUCCIÓN

Según Moreno (citado por Avelino Martínez, 2005) uno de los trascendentales problemas ambientales de las ciudades innovadoras es el aumento del tráfico vehicular. Su crecimiento realza las externalidades ambientales como la polución, los desechos tóxicos, el ruido, etc. El ruido ambiental por tráfico urbano, está relacionado con el incremento de vehículos, camiones, tractomulas, motocicletas y demás, causando impactos económicos significativos que sobrellevan dos receptores: la población aledaña de la ciudad que reciben el impacto de los niveles de ruido, generando problemas de salud y las instalaciones físicas de la ciudad como propiedades residenciales.

Según la OMS (1999) el ruido se define como una combinación trastornada de sonidos que origina una sensación rigurosa, molesta e incómoda para las personas aledañas donde no existe una diferencia equitativa que desintegre el sonido del ruido. Se ha investigado que existe una relación continua entre el aumento del nivel de desarrollo de un país y el grado de contaminación acústica que impacta a los habitantes, por cuanto se amplía el número de vías y el tráfico vehicular principalmente pesado, así como el ruido derivado del sector industrial. (Ramírez González & Domínguez Calle, n.d.)

El componente ruido que proviene del tráfico vehicular pesado establece la vital fuente de emisión de este contaminante en las ciudades, esto producido por la necesidad de millones de personas para movilizarse a diario, así como también requieren de transporte

para la zona industrial, comercial, administrativo, etc. A manera de ejemplo, una conversación normal entre personas llega aproximadamente a 55 decibeles, pero el ruido por tráfico vehicular en la mayoría de ciudades alcanza entre 80 y 90 decibeles, donde se puede comparar con el ruido de un taladro neumático. Esto conlleva a importantes impactos ambientales negativos a los cuales las autoridades ambientales prestan poca atención. (Ramírez González & Domínguez Calle, n.d.)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) presenta un estimado de 120 millones de personas con problemas auditivos invalidantes y aproximadamente 500 millones de personas sufren por los profundos niveles de ruido en el mundo. De igual manera, La *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)* razona que 130 millones de personas se hallan expuestas a un ambiente sonoro mayor a 65 dB (decibeles), por ello estas estimaciones exponen la incomodidad acústica que tienden a soportar los habitantes que proviene en un 80% por vehículos de motor siendo así el ruido por tráfico urbano una de los mayores problemas y molestias en el mundo. (Mart, 2005)

Los altos niveles de ruido ambiental producen además impactos económicos grandes, es así como en distintos países los costos por salud y pérdida de productividad se estima entre el 0.2 y el 2% del producto doméstico bruto. Otro inconveniente económico originario del ruido vehicular representa la desvalorización de las propiedades tal y como lo demostraron estudios realizados por la Danish Environmental Protection Agency estimó que las viviendas expuestas a vías con ruido de más de 55 dBA va perdiendo 1.6% de su valor por

cada decibel de más que aumenta. Estos resultados indican que, en el marco de toda la red vial de una ciudad, los costos de devaluación pueden existir pérdidas económicas significativas. (Ramírez González, Domínguez Calle, & Borrero Marulanda, 2011)

En Colombia, según la *RESOLUCIÓN 0627 DEL 7 DE ABRIL DE 2006*, establece la norma nacional de emisión de ruido, donde aplica los resultados obtenidos en mediciones de ruido ambiental llevando a mapas de ruido los cuales permiten visualizar el contexto en lo que corresponde identificar zonas críticas y posibles contaminadores importantes. Los mapas de ruido son utilizados como documento básico para estar al tanto la realidad en la población permitiendo realizar una evaluación ambiental de cada sector, municipio, etc., en referencia a contaminación por ruido, así como las tendencias de los niveles de éste dando la posibilidad de adoptar planes de acción y en general medidas correctivas, preventivas y de seguimiento adecuadas. (Ministerio de ambiente, 2006)

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el incremento de la urbanización, industrias y desarrollo económico han llevado con el paso de los años que la contaminación por ruido se convierta en un problema ambiental y de salud pública. El ruido es un sonido incómodo que en exuberancia y continuidad a la exposición puede desarrollar efectos perjudiciales intra y extra auditivos, lo que conlleva a pérdida de audición como hipoacusia conductiva o neurosensorial, por otro lado, también se encuentran efectos y afecciones en la calidad de vida de las personas bien sea por estrés, alteración del sueño y por lo tanto molestias para su bienestar. (Castiblanco et al., 2018)

La presencia de todo tipo de ruido en las ciudades hoy en día es muy común, tanto que la mayoría de personas han terminado por acostumbrarse a ellos y cada vez perciben menos los efectos y consecuencias físicas que a largo plazo se desarrollan. Las autoridades ambientales en salud coinciden en que la contaminación por ruido presente en las urbanizaciones puede incurrir negativamente en la calidad de vida, el bienestar, y la salud de las personas, dependiendo de las características de exposición y fuentes generadoras del ruido. (Soacha et al., 2010). El impacto ambiental más significativo procedente de la contaminación por ruido incurre en problemas de salud sobre la población, incluyendo alteraciones fisiológicas y psicológicas cuya amenaza depende de los niveles y la extensión de la exposición. Percibe además dificultades auditivas, aumento de la presión sanguínea y de los latidos del corazón, vasoconstricción, cambios en respiración, arritmia cardiaca,

hipertensión, isquemia cardiaca, resistencia vascular periférica, modificaciones en la viscosidad de la sangre y de los lípidos, cambios en el balance electrolítico y hormonales, principalmente. Por consiguiente, es causa de diversos desórdenes psicológicos como molestia, ansiedad, estrés, agresividad, náuseas, dolor de cabeza, inestabilidad, pérdida argumentativa, cambios de humor, incremento de conflictos sociales, irritabilidad, depresión, neurosis, psicosis e histeria. Crea inconvenientes de trabajo como interferencia en la comunicación, cansancio, problemas para dormir, disminución de las capacidades de atención, motivación, memoria, lectura y solución de tareas cognitivas, entre otras. (Ramírez González, Domínguez Calle, & Borrero Marulanda, 2011)

Considerando el mapa de ruido de Facatativá 2009 y de acuerdo a los resultados evaluados, el nivel de ruido de las áreas donde se hallan localizadas las fuentes de ruido muestra un impacto significativo con respecto al nivel de ruido de base, ya que se aprecian niveles de ruido entre 65,0 dB(A) y 75,0 dB(A) e incluso superiores, que vienen principalmente de las actividades vehiculares pesados tanto en el casco urbano del municipio como en el ámbito del mismo, además de las actividades comerciales e industriales. Se aprecia que el nivel de ruido ambiental conserva diversas fuentes de emisión que son directamente proporcionales al área de medición, a la actividad elaborada y al horario estimado, y que a su vez tiene mayor o menor intensidad e incidencia en la contribución a la contaminación auditiva para la población aledaña. (Proinark, 2009). Hasta el momento se cuenta con mapas de ruido del municipio de Facatativá publicados hasta el año 2009; un informe detallado indica que el estudio dejó como resultado niveles máximos permisibles que exceden la normativa vigente, principalmente por flujo vehicular. En

cuanto a las fuentes móviles presentes por la ubicación de la avenida por tráfico pesado, afectan directamente a otros sectores, como los residenciales y comerciales. Por otra parte, se evidencia la ausencia de planes de descontaminación por ruido en la zona de estudio, así como medidas de prevención por parte de las autoridades ambientales encargadas, por lo que se hace necesario el planteamiento de planes de acción para la mitigación del componente ruido.

La principal fuente de la contaminación acústica es causada por el tráfico vehicular pesado sobre la calle 15 del municipio de Facatativá, debido al gran número de rutas que optan las empresas aledañas como *BIOD* y *ECOPETROL* para sus actividades industriales y comerciales sin el conocimiento de los efectos negativos que están produciendo a la comunidad, por ello es importante la realización de mapas de ruido diurno y nocturno donde se puede apreciar zonas críticas y posibles contaminadores por emisión de ruido, esto con el fin de caracterizar y presentar una dimensión ambiental y social de la actualidad de este sector del municipio. Ahora bien, los niveles de ruido en el Municipio de Facatativá en el horario diurno trascienden con incumplimiento en el 70% sobre los sectores evaluados y en el horario nocturno ubicándose los mayores niveles de ruido en el suroccidente de la ciudad, evidenciándose un incumplimiento con respecto al sector del 90% en este horario. (Proinark, 2009)

Por tanto, se plantea necesariamente la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo diseñar el plan de descontaminación por ruido para la calle 15 del municipio de Facatativá?

2. JUSTIFICACIÓN

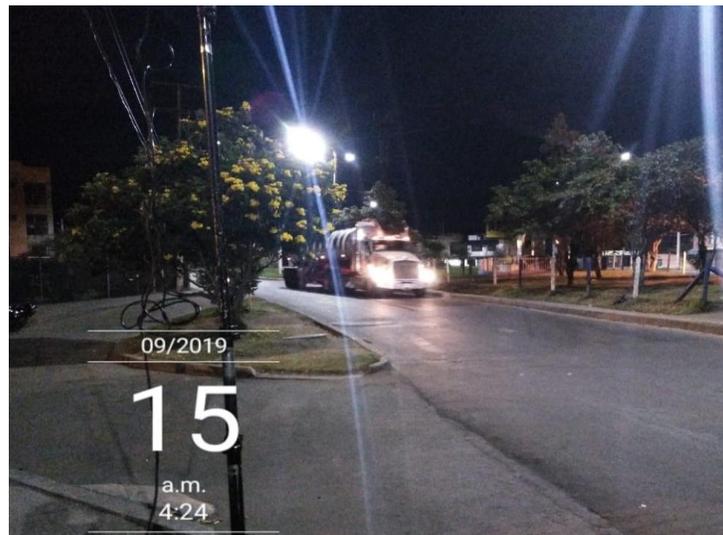
En la actualidad la gestión para la contaminación por ruido ambiental en la calle 15 del municipio de Facatativá es de suma importancia, ya que es una de las principales vías de tránsito la cual está constantemente intervenida por diferentes actividades antrópicas principalmente por rutas de tráfico vehicular pesado de las empresas de hidrocarburos *BIOD* y *ECOPETROL* como se evidencia en la Figura 1 donde impacta negativamente a la población aledaña, tanto la universidad de Cundinamarca como conjuntos residenciales que de alguna manera sufren molestias principalmente por el componente ruido en cualquier horario ya que su paso es constante.

En efecto la elaboración de un plan de descontaminación por ruido nos ayuda a prevenir, corregir y mitigar el impacto sobre el componente ruido debido a las actividades de transporte y carga de combustibles. Con las mediciones obtenidas en campo y mediante la elaboración del mapa de ruido diurno y nocturno se busca caracterizar y presentar la dimensión ambiental y social de la contaminación auditiva en la calle 15 del municipio de Facatativá.

El municipio de Facatativá tiene grandes industrias que manejan en el mercado nacional e internacional por ende es el paso obligado de muchos vehículos, lo cual prueba que el

municipio es la entrada y salida de la sabana occidente y cuenta con importantes vías departamentales y nacionales entre ellas la Calle 15. Un plan de descontaminación por el ruido generado debido al tránsito de vehículos pesados y el funcionamiento de establecimientos, permitirá una mayor tolerancia entre la población común y los empresarios esto con el fin de evitar en lo posible el deterioro de la contaminación sonora al medio ambiente y a la salud de la población aledaña.

Figura 1: Flujo vehicular pesado en horario nocturno



Fuente: Autores

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Diseñar un plan de descontaminación por ruido para la calle 15 del municipio de Facatativá.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los niveles del ruido en la calle 15 del municipio de Facatativá.
- Evaluar el impacto ambiental del componente ruido mediante matrices causa-efecto e importancia.
- Proponer programas para prevenir, corregir y mitigar el impacto sobre el componente ruido.

3 MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

En la actualidad nos vemos enfrentados a situaciones de constante exposición al ruido, casos sencillos como el ruido ocasionado por despertadores, pasando por el ruido ocasionado por el tráfico hasta los generados por diferentes actividades industriales, en el diario vivir es común encontrarnos con alguna de estas situaciones, actualmente se presentan algunos controles para frenar el impacto que estos ruidos generan, desde medidas de prevención para aquellos que se encuentran trabajando con grandes maquinarias y se ven en la necesidad de protegerse con tapa oídos hasta los avances tecnológicos de llegar a insonorizar áreas totales con la adecuación de vidrios especiales o materiales que nos aíslen del ruido.

Sin embargo, estas medidas de prevención son relativamente nuevas, es aquí donde debemos pensar en todas aquellas ocasiones en las que vivimos expuestos a estas afectaciones y no contábamos con algún grado de protección. En Colombia la contaminación acústica es un tema relativamente nuevo no fue sino hasta el año 1983 mediante la resolución 8321 que el ministerio de salud promulgo la primera norma

relacionada a la protección y conservación de la salud auditiva(Casas-García, Betancur-Vargas, & Montaña-Eraza, 2015).

La década del noventa fue un paso importante en las medidas preventivas y de protección ambiental, lo ocurrido con la reunión del año de 1992 en rio de janeiro, permitió que años después se estableciera el ministerio de medio ambiente mediante la emisión de la ley 99 de 1993(Casas-García et al., 2015) institución que se encargaría de las actividades ambientales en el país. En 1995 el ministerio de ambiente emite el decreto 948 el 5 de junio, el cual se encontraba enfocado al control, protección y calidad del aire, por medio de este decreto se dedicaron 22 artículos enfocados a la contaminación acústica y la generación de ruido.(Medio & Ambiente, 1995)

No fue sino hasta el año 2006 donde por medio de la resolución 627 el 7 de abril se estipula la norma de ruido, norma que en la actualidad continua vigente y rige los niveles máximos permisibles de ruido en el país, establece los niveles permisibles para el ruido y el ruido ambiental en horario diurno y nocturno y realiza la división sectorial en la cual establece niveles específicos para cada uno. Así mismo establece las condiciones necesarias para realizar las mediciones y otras directrices que se deben tener en cuenta.(Ministerio de ambiente, 2006).

Cabe mencionar que el desarrollo de algunas estrategias que aunque tienen pensado el mitigar otro tipo de impactos también resultan en favoreciendo otra clase de impactos, tal

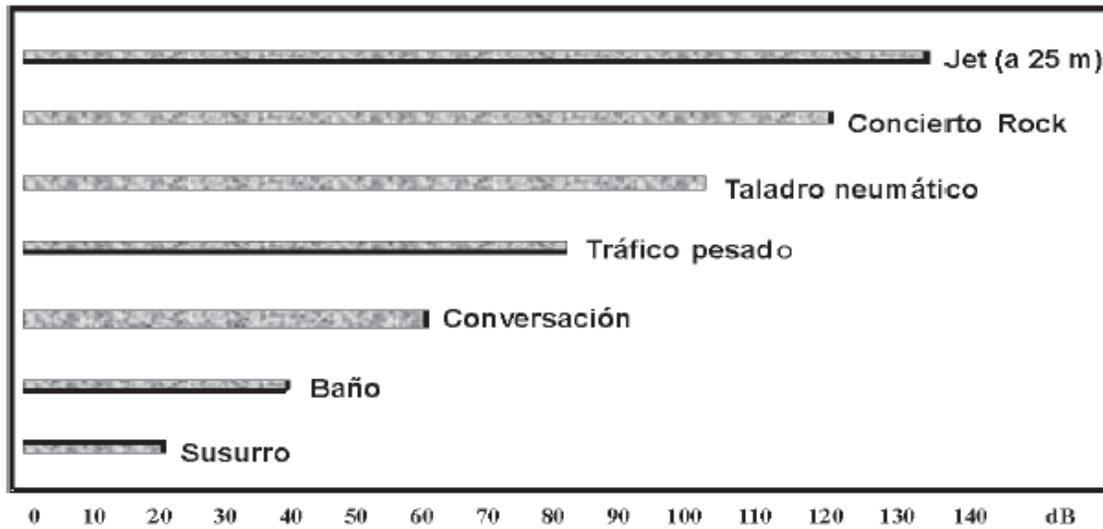
es el caso de las medidas de restricción vehicular en algunas zonas del país, ya sea por horas o programado por días, el llamado pico y placa es un ejemplo claro de ello, esta medida se aplica con el fin de generar una menor circulación vehicular para favorecer el tránsito en algunas zonas y mejorar la calidad del aire (Ramírez González, Domínguez Calle, & Borrero Marulanda, 2011), pero un beneficio adicional que este genera es la reducción de la emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores.

4.2 El ruido

El ruido es definido como por algunos autores como un sonido indeseable determinado en un momento dado de características irritantes, molestas y perturbadoras, (Para, Sociología, & Ruido, 1995). El ruido es medido decibeles, esta unidad de medida es la décima parte del Bel, entendido como una razón de energía, intensidad o potencia, la cual cumple con la expresión de $\text{Log}R = 1\text{dB}/10$, entendiéndose a “R” como la razón de energía, potencia o intensidad. (Ministerio de ambiente, 2006)

Los principales efectos que se relaciona con el ruido corresponden a la pérdida auditiva, dificultad en la comunicación, trastornos del sueño y estrés. (Ramírez, Carrasco, Mariani, 2006). En la actualidad la exposición al ruido es constante y de diferentes fuentes (Figura 2) incluso esta exposición es más notoria en grandes ciudades en las que es común encontrarse expuesto al ruido producto del tráfico vehicular ferroviario, aéreo, al producido por actividades de construcción y a actividades de industrias.

Figura 2: Intensidad de distintas fuentes de ruido en Decibeles.



Fuente: Minnesota Pollution Control Agency

4.3 Tipos de ruido:

El ruido se clasifica en relación con su persistencia en el ambiente, la clasificación de estos ruidos es la siguiente:

Ruido continuo: Generalmente producido por fuentes fijas de tipo industrial como equipos o maquinaria que se mantiene operativos a lo largo del día.

Ruido intermitente: Relacionado a equipos, maquinaria o aquellas fuentes que operan por ciclos o periodos cortos, en los que el ruido se presenta con un aumento y rápida disminución del mismo. Como ejemplo de estos tenemos los vehículos al acercarse y alejarse del punto receptor

Ruido impulsivo: Este tipo de ruido es producto de impactos o explosiones, con características de aparición rápida y abrupta, como ejemplo de estas encontramos disparos o explosiones

4.4 El ruido vehicular

Es una de las principales fuentes de contaminación auditiva, y es generado por todos aquellos vehículos de transporte automotor, integrándose a estas motocicletas, transporte público, particular y de carga entre otros; Esta fuente de ruido subdivide en tres tipos de ruido los cuales son:

Ruido aerodinámico: Este tipo de ruido se genera cuando el vehículo alcanza velocidades superiores a los 80 km/h, siendo este el ruido de mayor percepción sonora.(Miyara, 2004).

Ruido de propulsión: Generado en los procesos en los que intervienen la transmisión, el motor, y el sistema de escape, evaluándose la velocidad del rotor (RPM).(Miyara, 2004).

Ruido de rodadura: producto del contacto entre el neumático y la calzada, en este tipo de ruido se debe tener en cuenta la velocidad en la que se moviliza el vehículo y el tipo de pavimento sobre el que circula, cuando se presenta un pavimento liso el ruido generado es mayor que en los pavimentos rugosos, debido a que en los pavimentos lisos se generan procesos de compresión de pequeñas burbujas de aire, mientras que en los rugosos los poros del asfalto funcionan como atenuadores del ruido ya que absorben parte de este.(Mart, 2005).

4.5 Contaminación de ruido

El término contaminación por ruido (ilustrado como sonido excesivo y molesto) es el conjunto de sonidos ambientales perjudiciales que acoge el oído, por estas particularidades se califica como un contaminante, es decir, un sonido impertinente que puede causar efectos nocivos tanto fisiológicos y psicológicos. Los importantes agentes causantes de la contaminación de ruido resultan de la actividad antropológica como el transporte, la construcción, la industria, los locales públicos, entre otros. Si el ruido excede los límites máximos permisibles que proponen la normatividad, se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva. (Ramírez González, Domínguez Calle, & Borrero Marulanda, 2007)

La exposición al ruido de diferentes fuentes principalmente asociado al tráfico vehicular, compone una sucesión de impactos negativos sobre la población expuesta. Según la literatura, este impacto se exhibe de tres maneras: 1. Deterioro en la salud de los individuos expuestos al componente ruido 2. Disminución de los precios de los inmuebles, dada la relación contradictoria entre el aumento de los niveles de ruido y el precio de las viviendas 3. Generación de estados de molestia, dada la apreciación de ruido; esta contrariedad se presenta por la perturbación de la realización de actividades cotidianas. Por tal motivo el ruido es un problema que tiene secuelas en la calidad de vida de las personas y el bienestar social. (Restrepo, 2015)

La problemática de la contaminación por ruido se está sistematizando en los países en vía de desarrollo a causa del incremento de las actividades de la sociedad actual, los cuales han designado por tomar decisiones para la restricción y el control de la exposición al ruido, mediante la aplicación de eventos legislativos llevados en evaluaciones científicas y metodológicas para la evaluación y determinación de niveles óptimos de exhibición a este contaminante.

En la actualidad la contaminación de ruido ha sido reconocida como uno de los problemas ambientales de mayor preeminencia en el mundo, por lo que algunos países han lanzado propuestas estratégicas interesadas en controlar y vigilar la contaminación generada por el ruido, mediante investigaciones, lineamientos y acciones de medida donde se busca la mitigación y descontaminación por ruido de las ciudades. (FULECOL, 2017)

4.6 Medición del ruido

El ruido es medido por medio de equipos llamados sonómetros, estos son equipos que permiten evaluar las variaciones de presión sonora, Este equipo se compone de un sensor primario (micrófono), un módulo de procesamiento electrónico y una unidad de lectura.(Sexto, 2007).

Sin embargo, ante la variedad de ruidos que pueden ser evaluados existen equipos especializados para cada tipo, actualmente se conocen 4 clases de sonómetro los cuales

presentan características y rangos específicos y otros aditamentos variables en relación con el estudio que se desee realizar.

Clase 0: Usado en laboratorios como referencia.

Clase 1: utilizado para mediciones de precisión en terreno.

Clase 2: Para mediciones generales en campo

Clase 3: Equipo para toma de mediciones aproximadas o de reconocimiento.

El micrófono: Este componente es el más importante ya que este es el que determina el rango de frecuencias que pueden ser detectadas por el equipo. Las principales características que se deben tener en cuenta en el momento de la elección del micrófono se relacionan al nivel de sensibilidad que este ofrece, la capacitancia y las bandas de frecuencias.(Sexto, 2007)

Calibrador: Estos son dispositivos generadores de presión acústica ajustable a un nivel y frecuencia específicos, su función principal es la de evaluar la exactitud en las mediciones que se van a realizar, para garantizar la exactitud generada en cada medición.

En Colombia se usa la resolución 627 de 2006 como eje de referencia para lo concerniente al control de emisiones de ruido y de la misma forma en ella se consigna el procedimiento de toma de medias y los requerimientos para la validación de los datos obtenidos, en el presente documento se abordará más profundamente en páginas posteriores el procedimiento de esta metodología.

4.7 Mapas de ruido

Son representaciones de datos de una situación acústica existente o prevista los cuales se muestran en función de un indicador de ruido, de esta forma indicara el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigente y la cantidad de personas que pueden verse afectadas.(Ausejo Prieto, 2009). Este tipo de documentos permiten estar al tanto de la realidad de la población y facilitan la realización de evaluaciones ambientales de cada sector, municipio, etc. Permitiendo la planeación, adopción y ejecución de planes de mitigación y medidas correctivas adecuadas para la eliminación de las afecciones.

De acuerdo a la resolución 0627 de 2006 las corporaciones autónomas regionales y las entidades ambientales correspondientes son las encargadas de realizar y actualizar los mapas de ruido en todo municipio dentro de su jurisdicción que supere los 100.000 habitantes y estos deben ser actualizados cada 4 años.(Ministerio de ambiente, 2006).

El desarrollo de este tipo de mapas requiere cierto tipo de condiciones como lo son la representación de los puntos en donde se realizaron los puntos de muestreo, la aplicación de una paleta de colores específica que muestre los niveles de ruido captados en dicho punto, entre otros.

4.8 Evaluación ambiental

La evaluación ambiental corresponde a un proceso en el cual se busca valorar un impacto en el ambiente, los impactos que se pueden generar son variables y percibidos desde diferentes puntos de vista, por lo que determinar los cambios y clasificarlos puede ser un tema subjetivo.

La evaluación ambiental puede contemplarse desde el ámbito netamente ambiental en el cual realizamos una evaluación de la calidad del ambiente, por medio de los índices de calidad ambiental, por la valoración estética del entorno (preferencias de los paisajes) la satisfacción que tenemos en relación al lugar en el cual habitamos o la clasificación de lo que puede tratarse como entornos peligrosos.(UNIVERSITAT DE BARCELONA, 2019)

Estas evaluaciones tratan principalmente instituir un equilibrio entre el avance de la actividad humana y el medio ambiente, sin intentar llegar a ser una representación negativa ni retroceder el desarrollo, sino un instrumento operacional para disuadir sobreexplotaciones del medio natural. Cada proyecto, trabajo o actividad producirá sobre el entorno en el que se disponga una perturbación, la cual debe ser mitigada teniendo en cuenta los estudios de impacto ambiental donde se lleva a cabo por personas competentes. (Vitora, 1993)

Siendo más específicos la Evaluación del Impacto Ambiental es una herramienta necesaria para disminuir efectos negativos de escenarios que se caracterizan por:

- Insuficiencia entre el incremento de la población y el crecimiento de la infraestructura, así como los servicios básicos que se necesitan.
- Demanda progresiva de espacios y servicios resultado de la movilidad de la población y el crecimiento del nivel de vida.
- Degradación creciente del medio natural donde incide la contaminación y mala gestión de los recursos naturales.
- Rompimiento del equilibrio biológico y de las cadenas eutróficas, como efecto de la pérdida de diversas especies vegetales y animales.
- Perturbaciones atribuibles a desechos o residuos industriales, comerciales y residenciales.
- Deterioro del patrimonio histórico-cultural. (Vitora, 1993)

4.9 Planes de descontaminación

Un Plan de Descontaminación por Ruido es un instrumento diseñado con el fin de identificar y orientar las gestiones hacia un objetivo definido: optimizar las situaciones de contaminación por ruido, aquellas que ocurren por el incumplimiento de los niveles máximos permisibles de ruido ambiental en una zona definida. En los planes de acción se

deben establecer las medidas específicas que se consideren pertinentes a nivel de la autoridad correspondiente, éstas determinan las gestiones que se deban gestionar en las zonas de mayor prioridad determinadas a partir de mapas estratégicos de ruido, en caso de superación de los niveles máximos permisibles de ruido ambiental.

El programa para la descontaminación por ruido se puede idear a partir estrategias que permiten proyectar una continuidad lógica para mitigar y enfrentar el problema del ruido. Estas acciones son detalladas a partir de conocer para proyectar medidas de prevención, medidas correctivas y todas aquellas que logren el objetivo. Dicho esto, se logra proponer estrategias con el fin generar un impacto positivo evaluando la efectividad de las estrategias planteadas. (FULECOL, 2017)

Son herramientas de gestión ambiental los cuales permiten la reducción de los niveles excesivos de ruido facilitando que estos niveles se minimicen y se puedan mantener por debajo de los niveles máximos permitidos por la normativa ambiental(Fernández R. & Araya A., 2012). Los planes de descontaminación por ruido son documentos encaminados en la identificación de las fuentes generadoras de ruido y a la ejecución de acciones que permitan mejorar la situación presentada. Este tipo de documento requiere un estudio preliminar que identifique las problemáticas encontradas, las medidas previas que se han ejecutado y las quejas recibidas.

El desarrollo de los planes busca integrar que todos aquellos involucrados formen parte de la ejecución de las medidas de corrección, en donde se tenga en cuenta las opiniones de la comunidad afectada y de los generadores, el establecimiento las acciones planteadas los plazos para el desarrollo de la ejecución de las medidas planteadas y el seguimiento al progreso de cada una de ellas.(FUNDACIÓN SIN ANIMO DE LUCRO ECOLÓGICA – FULECOL, 2017)

5. MARCO NORMATIVO Y LEGAL

La primera aparición de una norma que controlara la temática sobre el ruido en Colombia fue la resolución 8321 de 1983, y fue impartida por el ministerio de salud. Desde esta norma se han promulgado dos normas relacionadas al control y regulación de las emisiones de ruido las cuales son el decreto 948 de 1995 y la norma actual que rige todo lo relacionado a los niveles máximos permisibles por sector para emisión de ruido y ruido ambiental la resolución 0627 de 2006.

Antes de que fuera emitida la resolución 627 se podían encontrar otras normas relacionadas al ruido, pero contempladas en otros campos como lo son temas de salud ocupacional o estandarización de metodologías para la evaluación y medición de la emisión de ruido. Entre los casos que podemos destacar se encuentran el decreto 1832 de 1994 en este documento se establecían los tiempos máximos que un operador podía permanecer expuesto a cierto nivel de ruido, antes de que pudiera contraer alguna enfermedad auditiva. (Presidencia de la República de Colombia, 1994). Así mismo las normas emitidas por Icontec, que es la entidad nacional encargada de incentivar la ejecución de las normas técnicas colombianas (NTC) aplicadas a diferentes campos; integra algunas de las normas que se encuentran relacionadas al ruido tales como la NTC 2272, que habla de la medición de protección del oído obtenida por los protectores auditivos(ICONTEC, 2003a), la NTC 3321 determina la exposición al ruido ocupacional y estima del deterioro de la audición por efectos del ruido(ICONTEC, 2003b), La NTC 5040 establece las directrices para el control del ruido a partir de silenciadores(ICONTEC, 2002) entre otras

6. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Facatativá es uno de los 116 municipios pertenecientes al departamento de Cundinamarca, se encuentra ubicado al occidente de la sabana de Bogotá a una distancia aproximada de 36 km (Figuroa Murcia, 2015). El municipio de Facatativá cuenta con una extensión de 15.800 hectáreas, de las cuales cerca del 96 % (15.168 hectáreas) son áreas rurales y el restante 4% (632 hectáreas) corresponden a la zona urbana, (Rubiano Bermúdez, 2010) sus límites por el oriente son Madrid y el Rosal, al sur con Zipacon y Bojaca, al occidente con Anolaima y Albán y por el norte con los municipios de Sasaima, la Vega y San Francisco. La altitud del municipio es de alrededor de 2586 m.s.n.m. y cuenta con una temperatura media de 14°C. Según datos del censo realizado por el DANE en el año 2005 la población de Facatativá correspondía a 106.067 habitantes, de los cuales cerca de 94.359 habitantes ocupaban la cabecera municipal y el restante se mantenía en la zona rural. (Guerrero Lozano, 2010)

El área de estudio en la cual se desarrolla el presente documento está caracterizada por ser una zona de tipo residencial, en esta área se pueden encontrar viviendas y gran número de conjuntos residenciales, de la misma manera existe presencia de establecimientos comerciales de bajo impacto y algunas instituciones educativas como universidades y colegios; los cuales colindan con una importante vía de tránsito de vehículos de carga pesada, particulares y de servicio público. Este tramo tiene una longitud aproximada de 1,56 km distancia comprendida entre la calle 15 con carrera 2da, con coordenadas de latitud: 4°48'59.88"N y longitud: 74°21'41.72"O, hasta la calle 14 con avenida 15 con coordenadas de latitud: 4°49'46.22"N y longitud: 74°21'16.34"O.

7. METODOLOGÍA

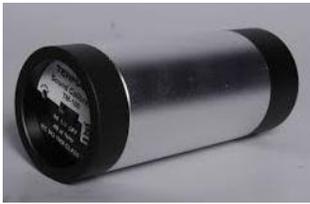
7.1 Caracterización de los niveles de ruido

7.1.1 Equipos utilizados:

Para el monitoreo de ruido ambiental en la calle 15, se utilizó un (1) sonómetro Tipo II, marca PCE modelo 428 para medir los niveles de ruido ambiental registrados en los puntos monitoreados. De igual forma, se emplearon otros equipos adicionales, los cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1: Equipos utilizados para la medición de ruido

IMAGEN	TIPO	MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS
	Sonómetro	PCE	428	Precisión de Tipo II Análisis de bandas de una octava en tiempo real Diseño compacto y resistente Gran capacidad de memoria
	Anemómetro	N/A	N/A	Medidor de temperatura Medidor de velocidad de viento
	Trípode	N/A	N/A	Ajustable a altura de cuatro (4) metros. Capacidad de giro de 360 grados. Desarmable. Orientación variable.

	Calibrador	PCE	SC-42	Nivel de 94 dB y 114 dB. Certificado de calibración vigente. Frecuencia 1 KHz/+- 0,1%
	Software	Post-process of SLM.files	N/A	Utilizado para descargar los datos del sonómetro

Fuente: Autores

7.1.2 Medición de ruido:

Esta metodología consistió en la aplicación de la metodología expuesta en la resolución 0627 de 2006 en el capítulo 2.

En esta se describe que el procedimiento de medición se debe realizar a una altura de 4 metros desde el nivel del suelo y realizado a una distancia equidistante de cualquier obstáculo. Cada medición tenía una duración de 15 minutos en los cuales se enfocaba el micrófono en las direcciones norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba, en las que cada dirección realizaba la medición por periodos de 3 minutos hasta completar los 15 minutos exigidos por la norma.

Es importante mencionar que la norma establece ciertos horarios para la toma de datos los cuales servirán como herramienta de información de acuerdo con el horario en el que fueron tomados. El horario diurno se encuentra comprendido entre las 7:01 am y las 21:00

pm mientras que el horario nocturno corresponde al horario en el rango entre las 21:01 pm y las 7:00 am.

El sonómetro debe ser calibrado para garantizar la mayor exactitud durante el procedimiento y que las mediciones sean confiables, este procedimiento se debe realizar antes de cada medición, de la misma forma se debe realizar una evaluación de la velocidad del viento en ese momento, se recomienda que la velocidad no sea superior a 3 m/s, esto debido a que a velocidades superiores se puede producir interferencia por el ruido generado por el viento. De la misma forma se protegía el micrófono con una cubierta anti viento y se evitó la toma de mediciones en presencia de lluvia.

Al obtener los datos se procedió a realizar el tratamiento correspondiente de los mismos mediante la ecuación presentada en la resolución 0627 de 2006, (Ecuación 1), para determinar el nivel equivalente en cada punto de la medición.

Ecuación 1: Determinación del nivel equivalente - ruido ambiental

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

Fuente: Ministerio de Ambiente.

En donde:

LN corresponde al nivel tomado por el micrófono en la dirección norte.

LE corresponde al nivel tomado por el micrófono en la dirección este.

LS corresponde al nivel tomado por el micrófono en la dirección sur.

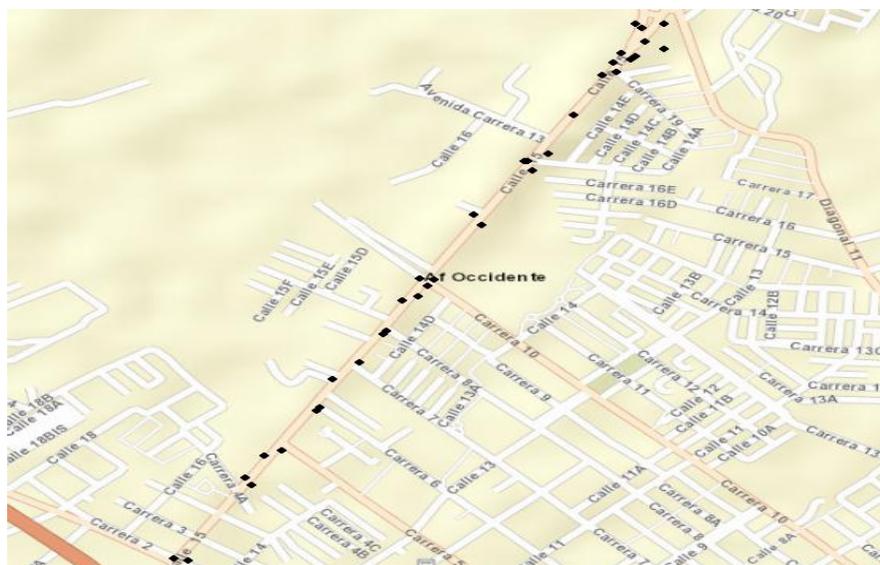
LO corresponde al nivel tomado por el micrófono en la dirección oeste.

LV corresponde al nivel tomado por el micrófono en posición vertical.

7.1.3 Elección de puntos de medición

Para la realización de este proyecto en el área de la calle 15 se procedió a la elección aleatoria de puntos en esta zona, algunos puntos se distribuyeron en aquellas zonas que funcionan como conexión para movilizarse a otras áreas del municipio y también aportan flujo vehicular en esta área contribuyendo al ruido ambiental como sucede en las intersecciones entre la carrera 3ra hasta la carrera 8va, la carrera 10ma, la carrera 17, carrera 19 y la diagonal 11. Estas estaciones fueron seleccionadas y ubicadas en un plano del municipio específicamente de la zona de estudio Figura 3 con el propósito de encontrar la posición espacial de cada uno y además determinar la variabilidad de los sectores cercanos, en especial por la cercanía a las áreas residenciales y comerciales.

Figura 3: Selección puntos de medición

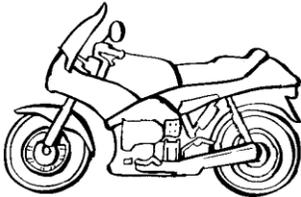
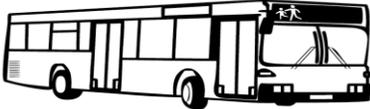


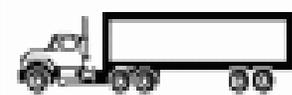
Fuente: Autores

7.1.4 Aforo vehicular

Se procedió a la construcción de una planilla de aforo (Anexo 1) la cual se ajustó a las necesidades del proyecto. En la selección de los vehículos tomados para realizar el aforo, se tuvo en cuenta los que más transitan por las calle 15 del municipio entre los cuales se encuentran: automóviles, motos, buses, camiones y tractomulas (Tabla 2). Para la clasificación vehicular de transporte de carga y buses, se tomó la información que recomienda la metodología CORINAIR 2016, sin embargo, esta clasificación se debe ajustar a la del parque automotor nacional, por tanto, se realiza la clasificación de la metodología con la reglamentada en el país.

Tabla 2: Tipo de vehículos utilizados en la planilla de Aforo vehicular.

Tipo de vehículo	Clasificación	Figura
automóviles (vehículos regulares)	Gasoline passenger cars	
Motocicletas	Motorcycles 4-stroke 250–750 cm ³	
Microbuses	Urban Buses ≤ 15 ton	
camión 16 toneladas	HdVs Rigid 14 – 20 ton → HGVs 7.5 – 16 ton	

camión 32 toneladas	HDVs Truck – trailer / articulated 28 – 34 ton → HGVs 16 – 32 ton	
camión 48 toneladas	HDV's Truck – trailer / articulated 40 – 50 ton → HGVs > 32 ton	
camión 52 toneladas	HDV's Truck – trailer / articulated 50 – 36 ton → HGVs > 32 ton	

Fuente: Autores

Las mediciones se realizaron durante un día con una estación seleccionada en frente de la Universidad de Cundinamarca y el caudal vehicular se midió en lapso de 24 horas continuas, de 6:00 am a 18:00 pm se acogió los datos del estudio realizado por Tarazona y Meléndez, y por otro lado de 18:00 pm a 6:00 am se tomaron los datos del caudal vehicular en un tiempo constante en las 12 horas continuas por los autores del estudio.

7.2 Evaluación ambiental (matriz de importancia)

Para la evaluación de los posibles impactos ambientales se realiza tomando como base la metodología propuesta por Conesa Fernández - Vitora (2010), la cual fue adaptada a las características de un proyecto para definir y ponderar los criterios de evaluación y determinar la importancia de los efectos como se muestra en la Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3: Criterios para valoración de impactos ambientales - matriz de importancia.

CRITERIOS	CALIFICACIÓN	VALOR
<i>Carácter (CR)</i>	Positivo si genera cambios favorables sobre el elemento ambiental afectado	(+)
	Negativo si los cambios son perjudiciales.	(-)
<i>Magnitud (MG)</i>	Magnitud baja	1
	Magnitud media	4
	Magnitud alta	8
<i>Cobertura (CO)</i>	Puntual: efectos generados en el área directamente intervenida por el proyecto.	1

	Local: efectos que trascienden las áreas directamente intervenidas por el proyecto.	4
	Regional cuando el efecto social, físico o biótico abarca el área de estudio en la totalidad de su extensión y/ó puede llegar a trascenderlo, hasta llegar al orden municipal.	8
Duración (DR)	Fugaz: si el efecto persiste por menos de un (1) año	1
	Temporal: si el efecto persiste por 1 a 10 años.	4
	Pertinaz: si el efecto persiste de 11 a 15 años.	8
	Permanente: si el efecto persiste por un tiempo indefinido o mayor a 15 años.	12
Reversibilidad (RS)	Corto Plazo: la recuperación natural se puede producir en menos de dos (2) años.	1
	Mediano Plazo: la recuperación natural de se puede producir entre dos (2) años y seis (6) años.	4
	Largo Plazo: la recuperación natural se puede producir entre seis (6) años y quince (15) años.	8
	Irreversible: la recuperación natural sin medidas de manejo, no es posible.	12
Recuperabilidad (RE)	Corto Plazo: el efecto se puede eliminar en un tiempo menor a un (1) año.	1
	Mediano Plazo: el efecto se puede eliminar en un tiempo entre un (1) año y tres (3) años.	4
	Largo Plazo: el efecto se puede eliminar en un tiempo entre cuatro (4) años y diez (10) años.	8
	Irrecuperable: el efecto no se puede eliminar ni mitigar con medidas de manejo socio-ambiental.	12
Periodicidad (PE)	Irregular: el efecto se manifiesta esporádicamente y de forma imprevisible a lo largo de la duración del proyecto.	1
	Periódico: el efecto se manifiesta de forma regular pero intermitente a lo largo de la duración del proyecto.	4
	Discontinuo: el efecto se manifiesta de forma irregular a lo largo de la duración del proyecto.	8
	Continuo: el efecto se manifiesta constantemente o permanentemente a lo largo de la duración del proyecto.	12
Tendencia (TD)	Simple: Cuando una acción se manifiesta sobre un solo componente ambiental.	1
	Acumulativo: Cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto.	4
Tipo (Ti)	Directo: se da cuando el efecto que se está evaluando es consecuencia de la actividad o acción que se está desarrollando.	4
	Indirecto: se da cuando el efecto que se genera sobre una variable socio-ambiental es consecuencia de la interacción con otra variable.	1
Sinergia (SI)	Sin sinergia: Cuando el potencial de multiplicación de los efectos es bajo	1
	Con sinergia: Cuando el potencial de multiplicación de los efectos es alto	4

Fuente: Conesa Fernández - Vitora

Tabla 4: Importancia del impacto ambiental.

IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
CARÁCTER NEGATIVO	
IMPORTANCIA (I)= - (3MG+2CO+DR+RS+RE+PE+TD+TI+SI)	Irrelevante <-25
	Moderado -25 A <-50
	Severo -51 A -75
	Crítico >-75

Fuente: Conesa Fernández – Vitora

7.3 Mapas de ruido

Los mapas de ruido tanto para horario diurno y nocturno se desarrollan con la metodología IDW (interpolación inversa ponderada) del programa ArcGis 10.5. El procedimiento consistió en la inserción de puntos con las coordenadas geográficas de su ubicación

acompañados de los datos obtenidos por el sonómetro de tipo II y posterior al cálculo del Leq. Con la Ecuación 1.

Luego de haber ingresado los datos y proyectarlos se procedió a trabajar con la herramienta IDW, la cual solicita la inserción de los puntos tomados y de la misma forma los valores captados por el sonómetro para proyectarlos en el valor del eje Z.

Al ejecutar esta herramienta se genera una nueva capa en la cual debemos ingresar a las propiedades de la capa ingresar al campo simbología, en este espacio se deben establecer los rangos de lectura de los dB (Tabla 5) para esta se hizo apoyo de la resolución 0627 de 2006, en la cual se recomendaba tomar rangos de 5 dB, y de la misma forma se sugiere un código de colores de acuerdo al rango evaluado, este rango de colores se puede apreciar en la Tabla 5, la escala de colores se seleccionó con ayuda del código de colores RGB para una mayor exactitud de los mismos. De esta forma es posible apreciar las áreas impactadas por los niveles de ruido más elevados en el mapa correspondiente a la calle 15

Tabla 5: Rangos de lectura de los Decibeles para el mapa de ruido.

ZONA DE RUIDO (dB)	COLOR	
Menor a 35	Verde claro	
35 a 40	Verde	
40 a 45	Verde oscuro	
45 a 50	Amarillo	
50 a 55	Ocre	
55 a 60	Naranja	
60 a 65	Cinabrio	
65 a 70	Carmín	
70 a 75	Rojo lila	
75 a 80	Azul	
80 a 85	Azul oscuro	

Fuente: Ministerio de Ambiente

Posteriormente se realizó la inclusión de un shapefile el cual contiene la capa político administrativa geográfica del municipio de Facatativá en la cual es posible visualizar las áreas circundantes a la calle 15. Finalmente se realizó un polígono en el área de la calle 15 con este se realizó un clip en esta zona para así restringir la exposición proyectada de los niveles de ruido por la metodología IDW.

7.4 Plan de descontaminación

Para la realización del Plan de descontaminación de ruido sobre la calle 15 del Municipio de Facatativá, se llevó a cabo un análisis investigativo referido a la temática de ruido y el proceso de la información adquirida en campo como lo fueron identificación visual de la zona de estudio, toma de notas y observaciones, todo esto con el fin de identificar el área afectada y las problemáticas generadas por el ruido ambiental. Una vez reunida la información se procede al planteamiento de estrategias para reducir significativamente los niveles de ruido y las diferentes problemáticas causantes de los elevados niveles presentados en la zona.

8. ANALISIS Y RESULTADOS

8.1 Aforo vehicular

Tabla 6: Aforo vehicular en el lapso de 24 horas continuas.

AFORO VEHICULAR - 24 HORAS		
TIPO	HORARIO DIURNO (6:00 am - 6:00 pm)	HORARIO NOCTURNO (6:00 pm - 6:00 am)
	<i>Tomado de: Meléndez y Tarazona</i>	<i>Autores</i>
	CANTIDAD	CANTIDAD
Automóviles (vehículos regulares)	9588	5847
Motocicletas	2464	578
Microbuses	1148	198
Camión16 toneladas	440	15
Camión32 toneladas	52	23
Camión48 toneladas	76	136
Camión52 toneladas	184	10
TOTAL	13952	6807

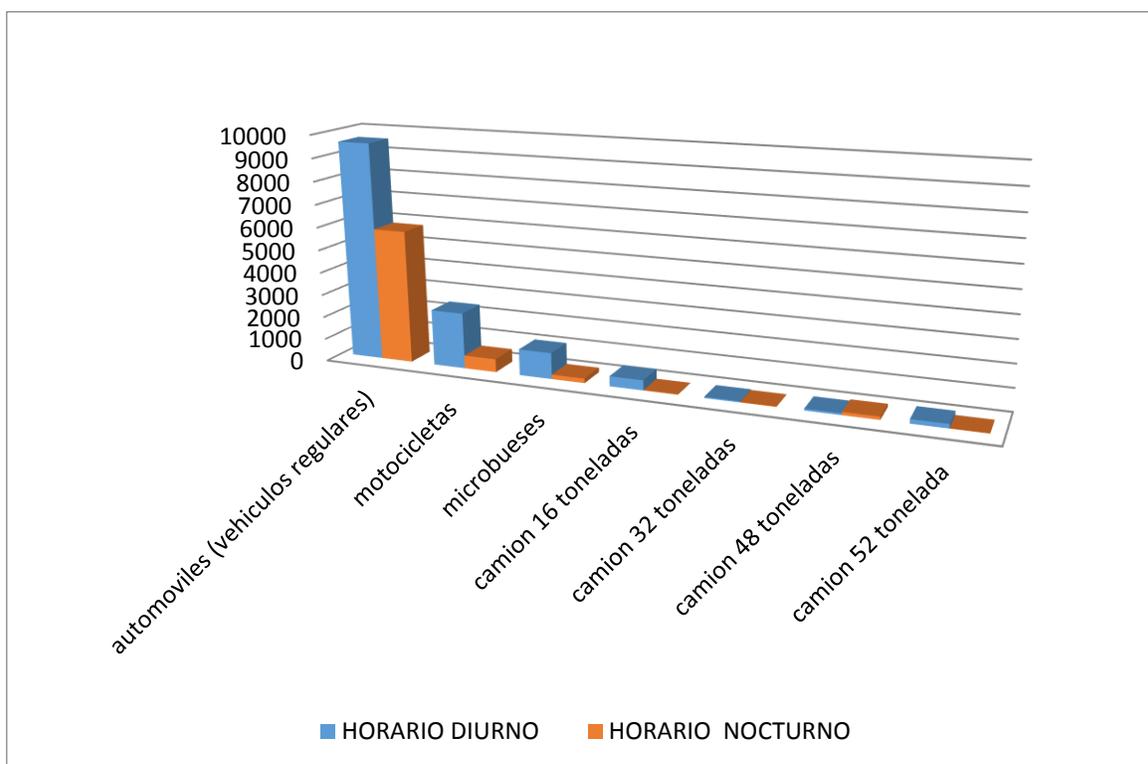
Fuente: Autores, Meléndez y Tarazona (2016)

Para la determinación del comportamiento y los flujos vehiculares en el tramo, se procedió a realizar el conteo vehicular para la información primaria del horario nocturno de los días 14 y 15 de septiembre de 2019 en un lapso de 12 horas. Adicionalmente se recopiló información del aforo vehicular en el horario diurno del documento propuesto por Meléndez y Tarazona “Plan de descontaminación de ruido en la zona urbana del municipio de Facatativá en tres zonas específicas” En la Tabla 6 se muestran los valores correspondientes de la cantidad de vehículos que transitan sobre la calle 15 correspondiente

a los horarios diurnos a las 6:00 h a las 18:00 h y horario nocturno desde las 18:00 h a las 6:00 h.

8.1.1 Distribución del tráfico vehicular

Figura 4: Distribución aforo vehicular



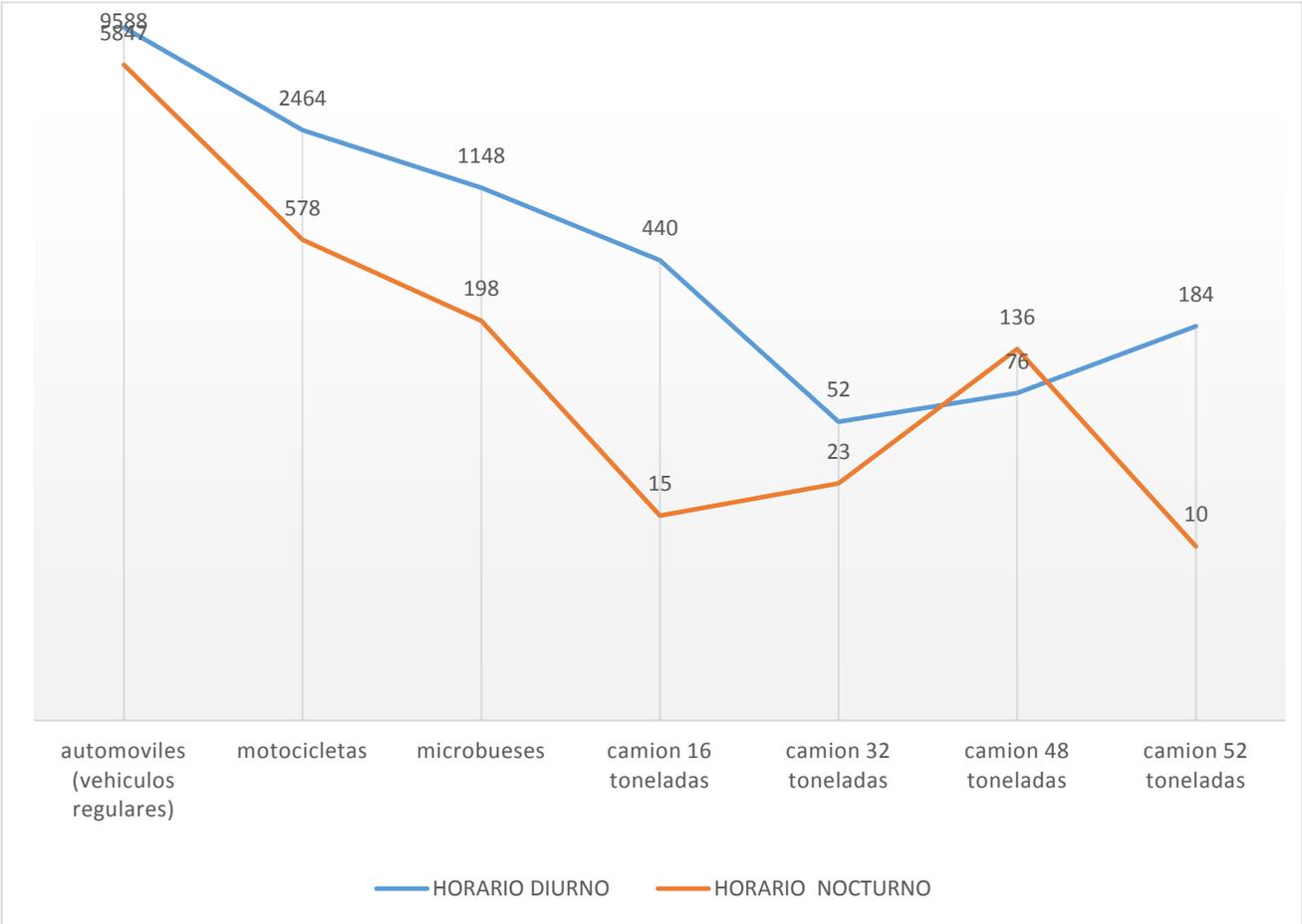
Fuente: Autores

La Figura 4 muestra los resultados de los aforos vehiculares realizados desde la Universidad de Cundinamarca hasta la calle 15 carrera segunda durante el desarrollo de la investigación, tomando datos en 12 horas continuas de vehículos que circulan por la estación de monitoreo y complementando el aforo de horario diurno con el documento de Meléndez y Tarazona (2016). El conteo vehicular se obtuvo mediante formatos especialmente diseñados con el objetivo de categorizar el tipo de vehículo y la distribución

en los periodos diurno y nocturno a fin de adquirir el modelo estadístico de datos de flujo vehicular medio de la calle 15 del municipio.

8.1.2 Perfil de intensidad del tráfico vehicular

Figura 5: Perfil de intensidad para el aforo vehicular



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la Figura 5 se puede evidenciar una clara similitud en el comportamiento del parque automotor de la calle 15 sobre la cantidad de vehículos que transitan por cada uno de los 40 puntos de muestreo Figura 3, además se observa que en el

horario diurno es donde se evidencia mayor tráfico vehicular de los dos horarios, esto se debe a que la calle 15 es una vía de orden nacional y de interconexión regional, además de ser la principal salida y entrada de tractomulas por la compañía de hidrocarburos *BIOD* y *ECOPETROL* que se encuentra por esta misma vía.

8.2 Matriz de impacto ambiental

Tabla 7: Matriz de impacto ambiental

IMPACTO AMBIENTAL	Actividad de paso constante de tráfico vehicular pesado sobre la calle 15											NIVEL DE IMPORTANCIA
	CR	MG	CO	DR	RS	RE	PE	TD	Ti	SI	I	
Alteración en los niveles de presión sonora	-	8	4	4	8	4	12	4	4	4	-52	SEVERO

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la matriz de importancia concluye como resultado un nivel SEVERO (Tabla 7) por alteración en los niveles de presión sonora donde se toma un carácter negativo debido a que se evidenció incumplimiento en los niveles de ruido ambiental clasificándose con una magnitud alta. Su cobertura trasciende a efectos nocivos para la salud y mal estado de las carreteras; así mismo en los últimos años se ha presentado un aumento en la población residencial y estudiantil lo que ha generado ampliación en los conjuntos residenciales por ende el paso obligado de automóviles, taxis, y buses urbanos. Los efectos negativos que produce en cuanto a la población aledaña expuesta constantemente se extienden a largo plazo según las medidas de manejo, lo que hace que aumente la gravedad de algunos efectos que puede causar en este lapso de tiempo. Por tanto, se evidencia que las emisiones de ruido en la zona del proyecto provienen de las actividades de transporte, residenciales y comerciales. Sin embargo, es importante aclarar

que el tráfico vehicular pesado en la zona es completamente alto y constante por lo que está asociado directamente al transporte intermunicipal y de hidrocarburos, considerándose el ruido ambiental por tráfico como el contaminante principal de la zona de estudio.

Se encuentra que existe una relación directa y exponencial entre el nivel de desarrollo del municipio y el grado de contaminación por ruido que impacta a su población, ello por cuanto aumenta el número de vías y el tráfico pesado, así como el ruido proveniente del sector industrial y comercial. Por tanto, el incremento total de recorrido vehicular constante por la calle 15 se ha encontrado entre sus causas principales: el incremento de la población, la expansión urbana, el incremento de propietarios de vehículos privados y de transporte público, única salida y entrada de compañías de hidrocarburos y la reducción de la ocupación vehicular, situación que ha venido creciendo con el paso de los años.

8.3 Mapa de ruido

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron entre el 9 de septiembre y el 15 de septiembre de 2019, se tomaron 40 puntos de medición de ruido en el área de la calle 15 del municipio de Facatativá de las cuales 40 mediciones se obtuvieron para el horario nocturno (Tabla 8) y las 36 restantes en el horario diurno (Tabla 9).

Tabla 8: Puntos seleccionados para la medición de ruido ambiental – Horario nocturno

Puntos	Grados Decimal Norte	Grados Decimal Este	Medición Nocturna	Puntos	Grados Decimal Norte	Grados Decimal Este	Medición Nocturna
1	4,82011111	-74,3594556	61,35	21	4,82633056	-74,3547528	66,62
2	4,82185556	-74,3584500	60,88	22	4,82827778	-74,3557583	69,44

3	4,82286944	-74,3578361	66,72	23	4,82424722	-74,3570194	61,93
4	4,82588889	-74,3560278	60,71	24	4,82263889	-74,3579722	67,57
5	4,82810278	-74,3547083	57,86	25	4,82178889	-74,3584861	70,90
6	4,82075833	-74,3592528	58,73	26	4,81900833	-74,3602750	68,14
7	4,82254722	-74,3582139	58,52	27	4,81851944	-74,3605778	67,73
8	4,82450278	-74,3571250	55,38	28	4,81667500	-74,3616306	58,36
9	4,82570556	-74,3563278	66,35	29	4,81834167	-74,3604806	63,13
10	4,82767222	-74,3552056	56,56	30	4,81914722	-74,3600083	62,81
11	4,82003889	-74,3595056	68,67	31	4,82843333	-74,3545611	40,69
12	4,82115000	-74,3588528	64,51	32	4,82883611	-74,3542861	65,07
13	4,82302778	-74,3577389	64,09	33	4,82874167	-74,3546194	63,54
14	4,82550278	-74,3562556	61,00	34	4,82884167	-74,3547139	55,91
15	4,82772778	-74,3549889	62,30	35	4,82874167	-74,3546194	64,63
16	4,82076111	-74,3592472	60,32	36	4,82825556	-74,3548667	60,38
17	4,82303611	-74,3579528	69,67	37	4,82818889	-74,3547278	71,10
18	4,82570278	-74,3563861	57,88	38	4,82536389	-74,3563556	61,58
19	4,82801944	-74,3547861	61,98	39	4,82531667	-74,3566000	59,75
20	4,82817222	-74,3549222	68,13	40	4,82263889	-74,3579722	51,70

Fuente: Autores

Tabla 9: Puntos seleccionados para la medición de ruido ambiental – Horario Diurno

Puntos	Grados Decimal Norte	Grados Decimal Este	Medición Diurna	Puntos	Grados Decimal Norte	Grados Decimal Este	Medición Diurna
1	4,82810278	-74,3547083	61,55	19	4,82303611	-74,3579528	68,94
2	4,82588889	-74,3560278	61,66	20	4,82076111	-74,3592472	63,46
3	4,82286944	-74,3578361	65,68	21	4,82178889	-74,3584861	71,45
4	4,82185556	-74,3584500	69,88	22	4,82263889	-74,3579722	65,97
5	4,82011111	-74,3594556	59,23	23	4,82424722	-74,3570194	65,16
6	4,82767222	-74,3552056	71,50	24	4,82827778	-74,3557583	73,58
7	4,82570556	-74,3563278	63,95	25	4,82633056	-74,3547528	66,62
8	4,82450278	-74,3571250	64,44	26	4,82874167	-74,3546194	64,07
9	4,82254722	-74,3582139	65,92	27	4,82883611	-74,3542861	62,84
10	4,82075833	-74,3592528	65,71	28	4,82843333	-74,3545611	64,78
11	4,82772778	-74,3549889	69,42	29	4,81914722	-74,3600083	74,20
12	4,82550278	-74,3562556	65,52	30	4,81834167	-74,3604806	62,78
13	4,82302778	-74,3577389	64,26	31	4,81665000	-74,3614167	70,13
14	4,82115000	-74,3588528	62,89	32	4,81667500	-74,3616306	53,02
15	4,82003889	-74,3595056	65,60	33	4,81851944	-74,3605778	66,53
16	4,82817222	-74,3549222	66,07	34	4,81900833	-74,360275	69,19
17	4,82801944	-74,3547861	65,19	35	4,82825556	-74,3542861	57,00

18	4,82570278	-74,3563861	66,95	36	4,82884167	-74,3547139	57,00
-----------	------------	-------------	-------	-----------	------------	-------------	-------

Fuente: Autores

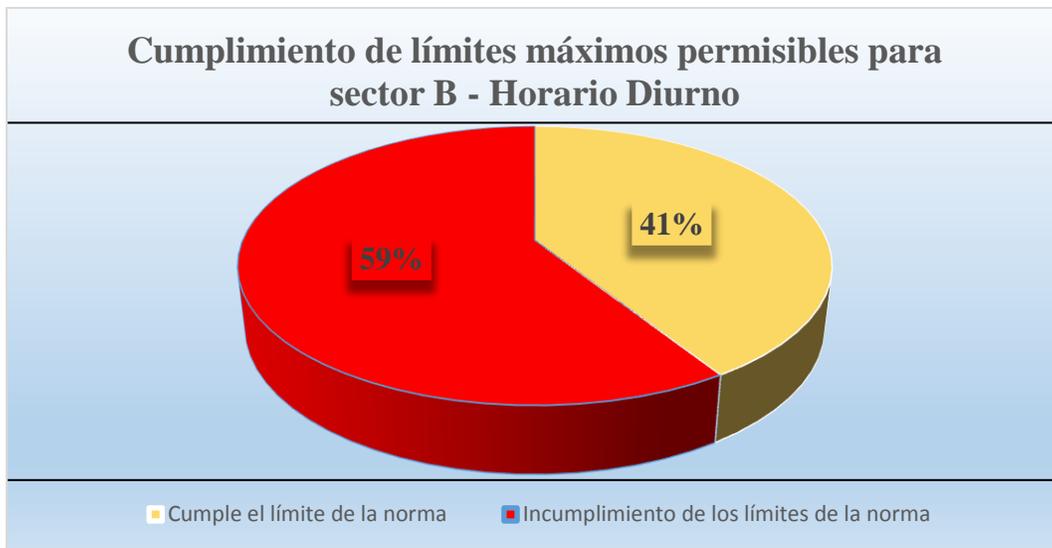
Los datos obtenidos se compararon con la norma 0627 de 2006 en donde se obtuvo la siguiente información:

Figura 6: Comparación de límites permisibles con la norma vigente – Horario nocturno



Fuente: Autores

Figura 7: Comparación de límites permisibles con la norma vigente – Horario diurno



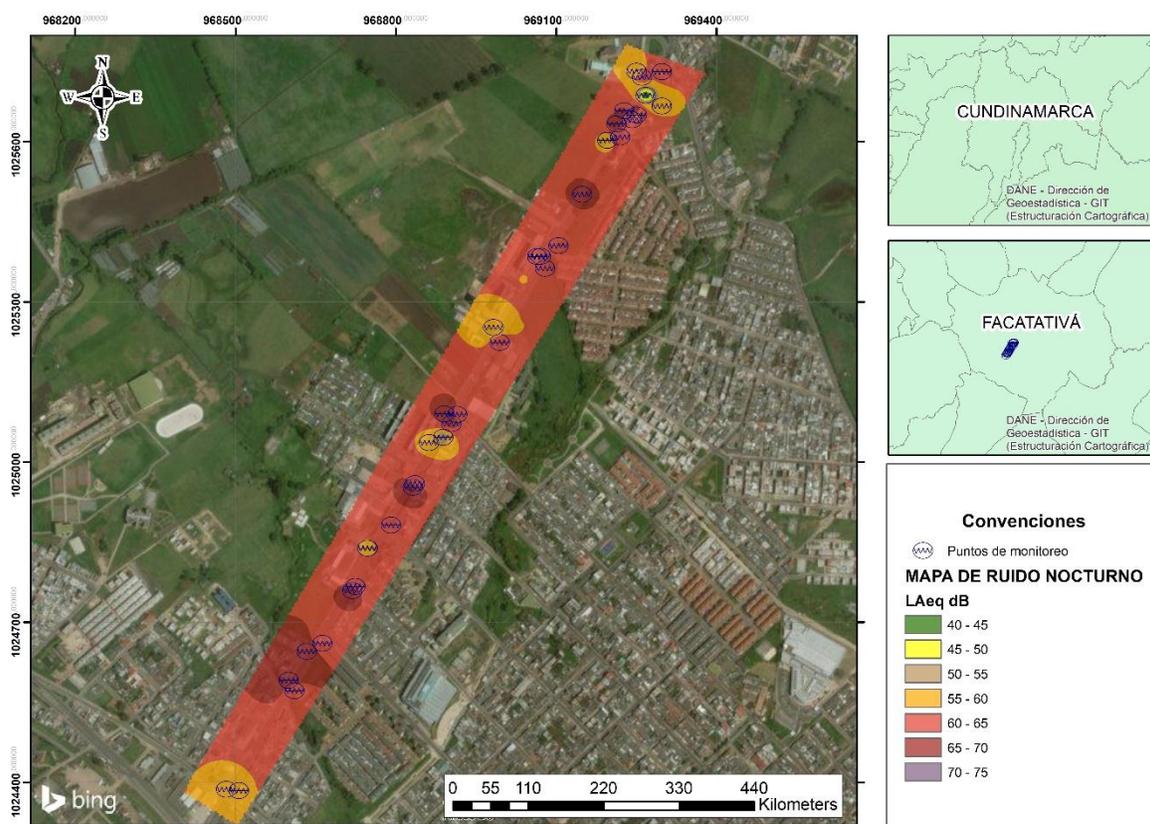
Fuente: Autores

Como se muestra en la Figura 6 los resultados obtenidos indican que en el horario nocturno el 97.5% de los datos se encuentran sobrepasando el nivel máximo permisible para el sector B. correspondiente a tranquilidad y ruido moderado correspondiente a 50 dB. Y tan solo el 2.5% de los datos cumple con la normativa.

En el horario diurno (Figura 7) se pudo apreciar una distribución un tanto más homogénea en la cual se obtuvo que el 41% de los datos se encontraban por debajo del nivel máximo permisible correspondiente a 65 dB; y el 59 % excedía este nivel.

Adicionalmente se realizaron dos mapas de ruido en los cuales se muestra la distribución de ruido en la calle 15 en el horario diurno y nocturno

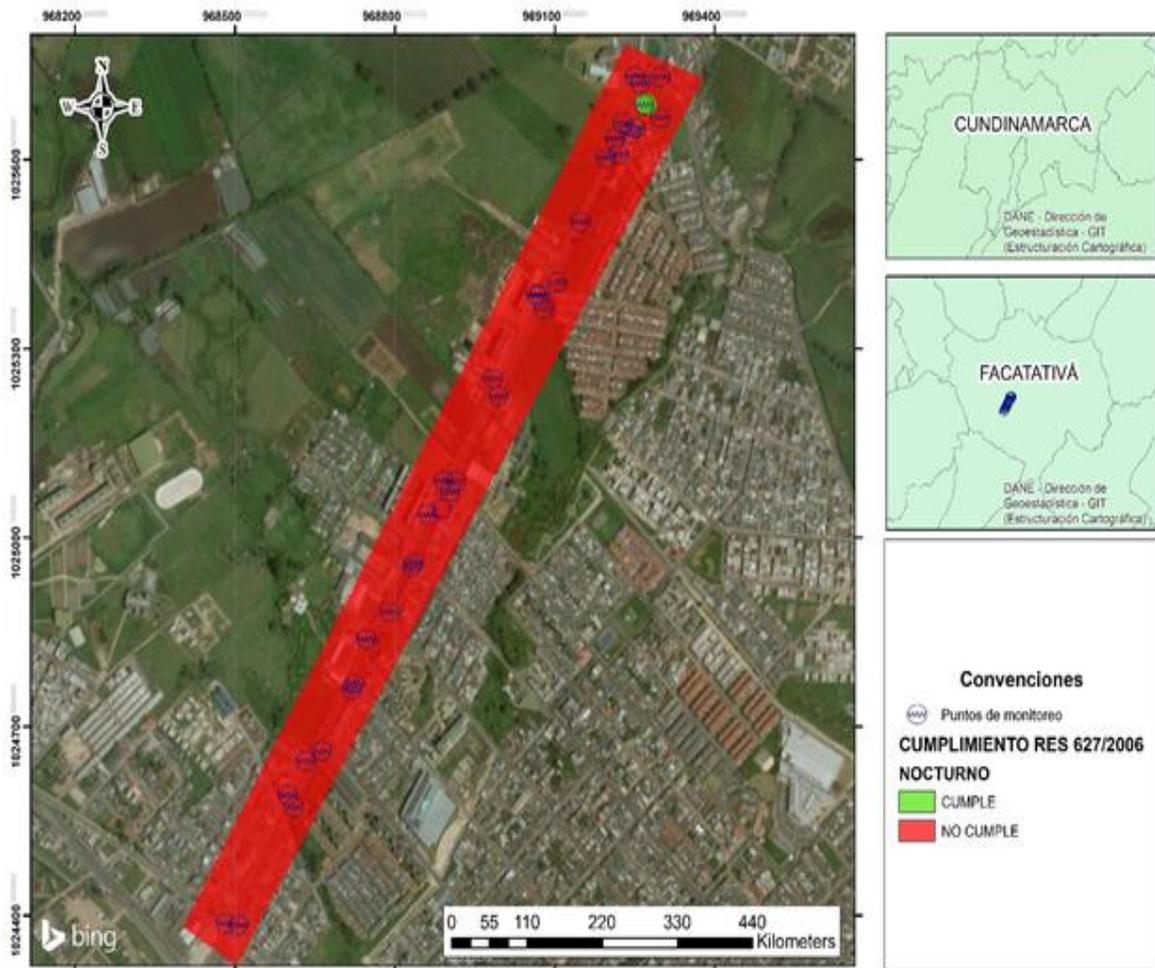
Figura 8: Mapa de ruido calle 15 – Horario nocturno



Fuente: Autores

Los resultados obtenidos en horario nocturno Figura 8 reflejan que el ruido vehicular que se presenta en esta zona es alto y puede influenciar en la problemática de trastornos del sueño en aquella población que se encuentra en el área de influencia. Por otro lado, tan solo 1 de las 40 mediciones tomadas en el horario nocturno se encuentra bajo los 50 dB por ende el incumplimiento se refleja en un 97.5% como se muestra en la Figura 9 es un dato crítico que refleja que se deben imponer medidas correctivas en esta zona en cuanto al flujo vehicular nocturno, más aun, teniendo en cuenta que los datos del flujo vehicular en el horario nocturno presentados corresponden a casi la mitad del que se presenta en el horario diurno.

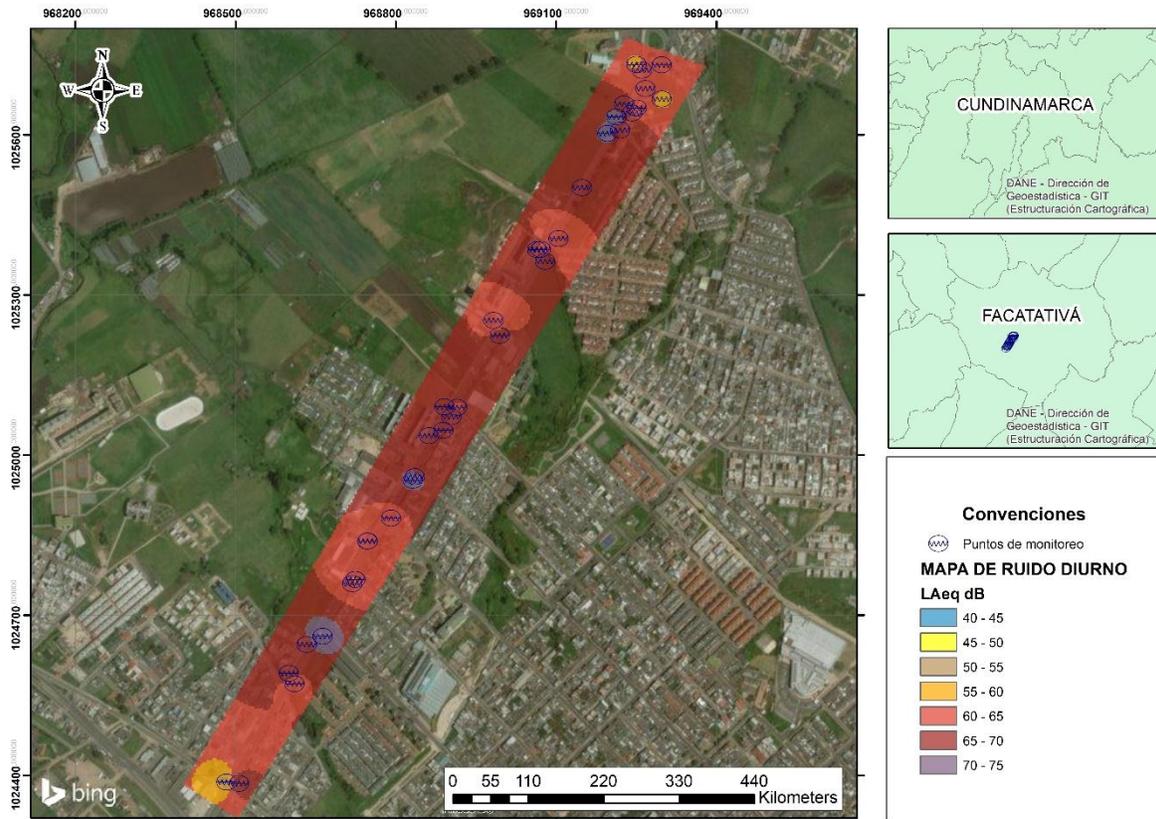
Figura 9: Mapa de cumplimiento según la RES 627/2006 – Horario nocturno



Fuente: Autores

Por consiguiente, se muestra el mapa de ruido del horario diurno Figura 10 donde se evidencia que la distribución de ruido es alta en el área de estudio y los puntos monitoreados que aun cumplen con la norma vigente están próximos al límite máximo permisible.

Figura 10: Mapa de ruido calle 15 – Horario diurno



Fuente: Autores

A pesar de que en el horario diurno las afectaciones del ruido no sean significativas en cuanto a la problemática de la alteración del sueño, es importante recordar que puede ser causante de otras afectaciones como lo son dolores de cabeza, irritación entre otras molestias (Ramírez, Carrasco, Mariani, 2006), es importante tener en cuenta que alrededor del 59% de puntos evaluados presenta incumplimiento según la norma vigente Figura 11 lo que difiere influencia en este tipo de casos, por lo cual no debe ser desatendido este tema.

Figura 11: Mapa de cumplimiento según la RES 627/2006 – Horario diurno



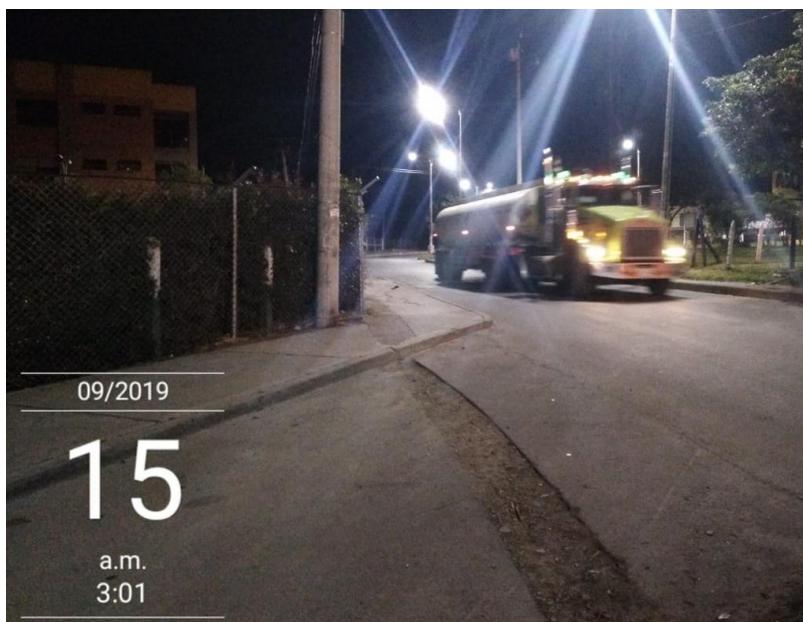
Fuente: Autores

Una de las principales causales de los niveles altos de ruido presentados en la zona de la calle 15 es el flujo vehicular de carga pesada que transita en esta zona, es común observar vehículos de transporte de combustible tipo camión de 16 toneladas hasta de 52 toneladas en esta área, incluso presentándose en altas horas de la noche como se puede apreciar en la Figura 12 donde esta clase vehículos circula a grandes velocidades.

Por otro lado, el ambiente sonoro que se caracterizó en cada uno de los puntos de monitoreo por medio del seguimiento a los principales eventos ocurridos en el área de influencia de las fuentes analizadas, que por su naturaleza pueda perturbar la correlación entre ambiente/uso de suelo se registraron entre otros componentes los trascendentales

ejes viales, las posibles aglomeraciones, invasión del espacio público, distancias a receptores, conflictos entre sectores comerciales y residenciales, y el estado de las vías que siendo deplorable afecta el tránsito de los vehículos pesados siendo este uno de los principales actores en la generación de ruido y afectación comunitaria.

Figura 12: Flujo vehicular de transporte de combustible en horario nocturno



Fuente: Autores

8.4 Plan de descontaminación para la calle 15

La calle 15 del municipio de Facatativá presenta problemas de ruido ambiental generado por distintas fuentes como lo son áreas comerciales, invasión de espacio público y

transporte en la zona de estudio, sin embargo, el mayor problema identificado es por el incremento de tráfico vehicular pesado. Se determinaron los decibeles obtenidos medidos y el porcentaje en el cual excede los estándares máximos de emisión, identificación de fuentes generadoras de ruido ambiental, áreas críticas y problemas que estos presentan. La elaboración de las estrategias de descontaminación de ruido se realiza con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 627 de 2006, basado en los resultados referente a los mapas de ruido de horarios diurno y nocturno desarrollados en la calle 15 y cumpliendo con la característica de tener una población de cien mil (100.000) o más habitantes.

De acuerdo con la problemática principal de la vía la meta general de disminución de los niveles de ruido ambiental en la zona evaluada y establecida para el plan, se plantearon las alternativas de tipo social principalmente con el fin de integrar a la comunidad, autoridades locales, alcaldía y corporaciones autónomas regionales según la problemática observada para dar alternativas estructurales con el fin de agrupar acciones específicas de mitigación, prevención y control para la disminución progresiva de los niveles de ruido identificados. A partir de la Resolución 627 de 2006, algunas ciudades de Colombia se han interesado en elaborar planes de prevención y descontaminación por ruido ya que es un problema ambiental que ha crecido en los últimos años, éstos basados en el desarrollo de mapas de ruido y la información referente a las problemáticas de ruido de cada ciudad y principales fuentes generadoras de ella.

El siguiente plan de descontaminación de ruido para la calle 15 del municipio de Facatativá fue guiado de distintos planes de descontaminación realizados en Colombia para el correcto planteamiento y cumplimiento de las metas planteadas.

Objetivos

Objetivo General

- Reducir los niveles de ruido que se presentan en la calle 15 del municipio de Facatativá.

Objetivos específicos

- Proponer alternativas generales, sociales y estructurales teniendo en cuenta el factor principal de la contaminación auditiva en esta zona.
- Socializar el plan de descontaminación de ruido a los sectores que se interesen y a la población implicada con la problemática.

Alternativas generales

En cumplimiento de los objetivos de este proyecto y teniendo en cuenta los resultados de los mapas de ruido generados, se sugiere adoptar las siguientes medidas preventivas correctivas y de seguimiento, buscando la minimización de los impactos producidos por la contaminación auditiva presente en la calle 15 de Facatativá, como parte del Plan de Descontaminación de Ruido:

Medidas preventivas

- Realizar campañas de sensibilización y de educación referente al transporte público para que los usuarios utilicen este servicio en las áreas designadas para abordarlos,

de igual forma concientizar a los conductores para el buen uso del transporte y su mantenimiento.

- Fomentar en las empresas de transporte público y en las empresas de transporte de carga pesada, los certificados de revisiones técnico mecánicas que garanticen que los vehículos que se movilizan por esta zona no generan afectaciones en el componente aire, específicamente evaluado en los temas de ruido.
- Aplicar restricciones en los niveles máximos de velocidad permitidos para los vehículos que transiten esta área, y de la misma manera instalar reductores de velocidad para evitar la generación de ruido aerodinámico.
- Reestructurar los horarios de transporte de los vehículos de carga pesada en esta zona.

Medidas correctivas

- Instalar barreras vivas entre la primera línea de viviendas y la calzada con plantas de rápido crecimiento y follaje ya que estos funcionan como una pantalla acústica reductora del ruido ambiental. Ver *Tabla 10*
- Adoptar nuevas opciones de movilidad como el uso de bicicletas y/o patinetas, así como la adaptación de la vía para estas actividades. Ver
- *Tabla 11*

- Sensibilizar a la población de conductores de transporte urbano con campañas acerca del buen manejo y atención a los usuarios, así como mantener vigente los certificados de tecnomecánica. Ver *Tabla 12*
- Teniendo en cuenta que el tráfico vehicular pesado es la principal fuente de contaminación sonora en la calle 15, se sugiere que la Alcaldía estudie la posibilidad de implementar medidas que disminuyan el número de vehículos que circulan por esta zona, las cuales se podrían tomar como restricciones de horario nocturno para la movilización de transporte de combustible. Ver *Tabla 13*
- Realizar una modificación de asfalto y mantenimiento de vías sobre la calle 15 para su correcto uso y estado acorde al uso principal que tiene la vía por flujo constante de tráfico vehicular pesado. Ver *Tabla 14*

Como parte del proyecto se presentan a continuación los planes de acción propuestos en las medidas correctivas que ejecutadas de la mejor manera podrían mitigar la contaminación por ruido observada en los mapas de ruido que se realizaron.

1. Instalar barreras vivas entre la primera línea de viviendas y la calzada con plantas de rápido crecimiento y follaje ya que estos funcionan como una pantalla acústica reductora del ruido ambiental

Actualmente una de las medidas de prevención, mitigación y control para la reducción de los niveles de ruido es la instalación de barreras vivas. Algunos estudios reflejan que la instalación de este tipo de barreras logra reducir los decibeles generados en las zonas viales y la percibida en el interior de las zonas residenciales.

La reducción en los niveles de ruido que se puede generar está relacionada con la densidad de la barrera viva, en la cual se deben tener en cuenta aspectos como la altura de la barrera, el diámetro del tronco y la enramada generada. En el estudio *Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation* planteado por Lai Fern Ow, se menciona que las barreras vivas de estructura moderada a densa pueden llegar a reducir en promedio de 9 a 11 dB. Teniendo en cuenta esta premisa si se ejecuta este tipo de medida correctiva en la zona de la calle 15 del municipio de Facatativá en el horario nocturno se reduciría del 97.5% al 72.5 % de puntos que se encuentran infringiendo la norma y en el horario diurno el 100% de los puntos cumpliría con la norma.

Sin embargo antes de la ejecución de esta medida se debe tener en cuenta que las especies de plantas elegidas no interfieran con la infraestructura vial y peatonal de la zona previa ya que existe la posibilidad de que una mala elección de especies pueda afectar las vías y el subsuelo, principalmente por el desarrollo radicular de la planta, de la misma forma como se mencionó previamente la altura de la especie es de vital importancia ya que una especie muy alta puede generar problemas en cuanto al mantenimiento de la misma e interferir en el cableado de la zona generando afectaciones a la comunidad.

Tabla 10: Plan de acción mediante barreras vivas



**PLAN DE ACCION PARA LA DESCONTAMINACION POR RUIDO EN LA
CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA CON INSTALACIÓN DE
BARRERAS VIVAS**



Elaborar y desarrollar un plan de acción para la reducción de los niveles de ruido en la calle 15 del municipio de Facatativá por ruido vehicular mediante la instalación de barreras vivas

Establecer barreras vivas en algunos de los cerramientos de la calle 15 para
Capacitar a la comunidad que frecuentemente se moviliza por la zona de la calle 15

IMPACTO	ACTIVIDAD QUE GENERA EL IMPACTO	ELEMENTO
Generación de ruido por pitos y cornetas. Irritabilidad y molestia Cambios de humor	Tráfico vehicular pesado en la calle 15	Salud de la comunidad

TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
X		X	

ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS UTILIZADAS
Disposición de recurso humano: Determinar el grupo de personas para la realización del objetivo planteado Elección de las plantas: Estudiar las especies de plantas idóneas que puedan resistir las condiciones próximas a las vías reduzcan los niveles de ruido percibido. Instalación de las plantas: Procesos de delimitación de áreas de siembra y siembra de las especies elegidas. Mantenimiento: Podas programadas para protección de las fachadas además del seguimiento al crecimiento de cada individuo y el riego pertinente en sus primeras etapas.

LUGAR DE APLICACIÓN			
MUNICIPIO / VEREDA	ÁREAS A INTERVENIR	VÍAS	OTRO
Facatativá	N/A	Calle 15 entre carrera 2da y transversal 11	N/A
POBLACIÓN BENEFICIADA		MECANISMOS Y ESTRATEGIAS	

	PARTICIPATIVAS
Residentes de la calle 15	N/A

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
INDICADOR DE SEGUIMIENTO	FÓRMULA	FRECUENCIA
Número de individuos arbóreos plantados/Numero de cercas vivas instaladas	N/A	semestral

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Alcaldía de Facatativá, Secretaria de ambiente de Facatativá, CAR

Fuente: Autores

2. Adoptar nuevas opciones de movilidad como el uso de bicicletas y/o patinetas, así como la adaptación de la vía para estas actividades.

Aunque se describe que la principal fuente de ruido ambiental en la zona es el tráfico vehicular pesado es importante contemplar que el flujo vehicular particular y de transporte también genera impactos en la zona. Por lo que incentivar el uso de vehículos de transporte que además de ser vehículos no contaminantes reducen el ruido en la zona y de la misma manera son herramienta para mitigar los impactos contaminantes por emisiones.

Actualmente en la calle 15 se encuentra instalada la ciclo vía en aproximadamente un 33% por lo cual se recomienda terminar esta ruta por toda la calle 15 para favorecer la implementación de esta medida y sea aceptada con mayor rapidez por la comunidad, de esta manera se puede aprovechar este tipo de espacios que benefician en la reducción de la problemática del nivel de ruido, adicionalmente funciona como campaña promotora para el deporte y mejora de la salud de la comunidad.

Tabla 11: Plan de acción mediante aplicación de nuevos medios de transporte

PLAN DE ACCION PARA LA DESCONTAMINACION POR RUIDO EN LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA CON APLICACIÓN DE MEDIOS DE TRANSPORTE ALTERNATIVOS



Elaborar y desarrollar un plan de acción para la reducción de los niveles de ruido en la calle 15 del municipio de Facatativá por ruido vehicular mediante la aplicación de medios de transporte alternativos como la bicicleta.

Completar la cicloruta de la calle 15 para el aprovechamiento de estos espacios que benefician a la comunidad en la reducción de ruido y además como deporte y mejora de salud.

IMPACTO	ACTIVIDAD QUE GENERA EL IMPACTO	ELEMENTO
● Alteración del sueño en la comunidad de la zona	● Tráfico vehicular pesado en horario nocturno	● Salud de la comunidad

TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
	X		X

ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS UTILIZADAS
<ul style="list-style-type: none"> - Proponer actividades recreativas (ciclo ruta) que inciten al uso de medios de transporte diferentes al transporte vehicular en la zona de la calle 15 - Establecer acompañamientos y cierres para el día del evento - Dotar completamente la calle 15 con vías propicias para la circulación de bicicletas.

LUGAR DE APLICACIÓN			
MUNICIPIO / VEREDA	ÁREAS A INTERVENIR	VÍAS	OTRO
Facatativá	N/A	Calle 15 entre carrera 2da y transversal 11	N/A
POBLACIÓN BENEFICIADA	MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		
Comunidad de la calle 15	N/A		

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA

DE SEGUIMIENTO		
Participación efectiva	Participación efectiva de comunidad en general / Participación efectiva de actores clave	DIARIA

Secretaria de recreación y deporte – Alcaldía de Facatativá

Fuente: Autores

3. Sensibilizar a la población de conductores de transporte urbano con campañas acerca del buen manejo y atención a los usuarios, así como mantener vigente los certificados de tecnomecánica.

El mantenimiento vehicular garantiza que durante los recorridos realizados por el vehículo tanto en transporte particular, público y de transporte de carga no se presenten fallas mecánicas que puedan derivar en problemas ambientales además de que permite que las modificaciones realizadas en algunos vehículos como las motos en los tubos de escape que generalmente derivan en contaminación sonora sean detenidos. y en los demás vehículos que no se presenten errores en el proceso de combustión que genera “explosiones” durante el arranque.

Adicionalmente este ítem busca que los conductores del transporte público realicen las paradas en sitios puntuales para no generar embotellamiento durante el desarrollo de sus labores disminuyendo por otro lado factores que inciden en la contaminación sonora como ejemplo los pitos del transporte en la vía.

Tabla 12: Plan de acción para sensibilización ambiental de conductores.

PLAN DE ACCION PARA LA DESCONTAMINACION POR RUIDO EN LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA – CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN A CONDUCTORES



Realizar campañas de sensibilización ambiental a los conductores de tráfico urbano

META

Capacitar a la totalidad de conductores del servicio público que opera en el municipio de Facatativá.
 Capacitar a la comunidad que frecuentemente se moviliza por la zona de la calle 15

IMPACTO	ACTIVIDAD QUE GENERA EL IMPACTO	ELEMENTO
Generación de ruido por pitos y cornetas	Congestión vehicular durante paradas para recoger personas	Salud de la comunidad

TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
X		X	

ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Disposición de recurso humano: Determinar el grupo de personas para la realización de las campañas.
 Ejecución de campaña de buenas prácticas de manejo: Sensibilizar a los conductores acerca del buen manejo y atención a los usuarios, así como la tecno mecánica vigente

LUGAR DE APLICACIÓN

MUNICIPIO / VEREDA	ÁREAS A INTERVENIR	VÍAS	OTRO
Facatativá	N/A	Calle 15 entre carrera 2da y transversal	N/A

		11	
POBLACIÓN BENEFICIADA	MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		
Residentes de la calle 15	N/A		

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

INDICADOR DE SEGUIMIENTO	FÓRMULA	FRECUENCIA
Disminución del flujo vehicular de carga pesada en el horario nocturno	Número de personas que asisten/ Número total de conductores de transporte urbano	TRIMESTRAL

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

Alcaldía de Facatativá,
Secretaria de ambiente de Facatativá,
CAR

Fuente: Autores

4. *Estudiar la posibilidad de implementar medidas que disminuyan el número de vehículos que circulan por esta zona, las cuales se podrían tomar como restricciones de horario nocturno para la movilización de transporte de combustible.*

Ante esta situación se propone que se dé un aumento en el número de vehículos que salen desde la empresa BIO-D Y ECOPETROL en el horario diurno y se reduzca el tráfico vehicular en el horario nocturno esto con el fin de controlar las afectaciones a la población en cuanto a los trastornos del sueño.

Tabla 13: Plan de acción restricción de movilización en horario nocturno

PLAN DE ACCION PARA LA DESCONTAMINACION POR RUIDO EN LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA – RESTRICCIÓN DE HORARIOS



Elaborar y desarrollar un plan de acción para la reducción de los niveles de ruido en la calle 15 del municipio de Facatativá por ruido vehicular mediante la restricción de movilización vehicular en horario nocturno

META

Reducir en un 50% el tráfico vehicular pesado que transita sobre la calle 15 entre las 10 pm y las 6 am.

Reducir los niveles de ruido en la zona en el horario nocturno

IMPACTO

Alteración del sueño en la comunidad de la zona

ACTIVIDAD QUE GENERA EL IMPACTO

Tráfico vehicular pesado en horario nocturno

ELEMENTO

Salud de la comunidad

TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
x	x	X	x

ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

- Proponer las restricciones de movilidad de vehículos de carga pesada en horario nocturno: Desarrollar un nuevo horario de transporte de carga de hidrocarburos en la zona en el horario diurno para limitar el tráfico de estos vehículos a altas horas de la noche y la madrugada.

LUGAR DE APLICACIÓN

MUNICIPIO / VEREDA	ÁREAS A INTERVENIR	VÍAS	OTRO
Facatativá	N/A	Calle 15 entre carrera 2da y transversal 11	N/A
POBLACIÓN BENEFICIADA	MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS		
Residentes de la calle 15	N/A		

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
INDICADOR DE SEGUIMIENTO	FÓRMULA	FRECUENCIA
Disminución del flujo vehicular de carga pesada en el horario nocturno	# de vehículos de carga pesada que circulan antes de la ejecución del plan - # de vehículos que circulan después de la ejecución del plan	DIARIA

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
BIOD, ECOPETROL Secretaría de transporte y movilidad de Facatativá

Fuente: Autores

5. Realizar una modificación de asfalto y mantenimiento de la vía sobre la calle 15 para su correcto uso y estado acorde al uso principal que tiene la vía por flujo constante de tráfico vehicular pesado.

Como medida adoptada para el control del ruido del tráfico urbano en la fuente generalmente involucra suministrar un pavimento más silencioso, es decir, de poco ruido y un mantenimiento regular. Para ello se propone un pavimento de asfalto poroso de doble capa para mantener el ruido del tráfico a un nivel bajo con buena durabilidad. La reducción del ruido mediante el uso del pavimento de asfalto es propuesto y evaluado por Mei Liu, Xiaoming Huang, Guoqiang Xue *“Effects of double layer porous asphalt pavement of urban streets on noise reduction”* en 2016. (Liu, Huang, & Xue, 2016)

Por otro lado, se debe considerar el mantenimiento adecuado y constante en la vía para los hundimientos, fisuras, áreas destapadas y alteración de asfalto.

Tabla 14: Plan de acción para mantenimiento de vías

PLAN DE ACCION PARA LA DESCONTAMINACION POR RUIDO EN LA CALLE 15 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA MEDIANTE MODIFICACIÓN DE ASFALTO Y MANTENIMIENTO DE VÍAS



Elaborar y desarrollar un plan de acción para la reducción de los niveles de ruido en la calle 15 del municipio de Facatativá por ruido vehicular mediante adecuación y mantenimiento de las vías.

META

Mejorar un 100% de las vías en la calle 15
 Proponer el suministro de un pavimento más silencioso (asfalto poroso de doble capa)

IMPACTO	ACTIVIDAD QUE GENERA EL IMPACTO	ELEMENTO
<ul style="list-style-type: none"> Alteración del sueño en la comunidad de la zona 	<ul style="list-style-type: none"> Tráfico vehicular pesado en horario nocturno 	<ul style="list-style-type: none"> Salud de la comunidad

TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
x	X	x	X

ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS UTILIZADAS
<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar el costo del mantenimiento y adecuación de las vías pertenecientes a la calle 15 - Gestionar con los proveedores la compra de los materiales y los dueños de las maquinarias el contrato de préstamo para su utilización en las labores de mantenimiento. - Personal capacitado que pueda cumplir con las demandas de mantenimiento -

LUGAR DE APLICACIÓN			
MUNICIPIO / VEREDA	ÁREAS A INTERVENIR	VÍAS	OTRO
Facatativá	N/A	Calle 15 entre carrera 2da y transversal 11	N/A
POBLACIÓN BENEFICIADA		MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	
Comunidad de la calle 15		N/A	

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

INDICADOR DE SEGUIMIENTO	FÓRMULA	FRECUENCIA
porcentaje de extensión en la vía con deficiencias o limitaciones.	Total área en la vía con deficiencias / Total área calle 15 x 100	ANUAL

RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

Secretaría de Obras públicas – Alcaldía de Facatativá

Fuente: Autores

Medidas de seguimiento

Continuar con la actualización periódica de los mapas de ruido y realizar otros en zonas críticas del municipio, con el objeto de verificar el comportamiento de las fuentes generadoras de ruido evaluadas en el estudio anterior y evaluar la eficiencia de las medidas de control que puedan adoptar de parte de las autoridades locales.

Se sugiere a las autoridades locales y CAR tener en cuenta las zonas en las cuales los niveles de contaminación auditiva no han superado los niveles máximos permisibles en la norma vigente, ya que estos puntos son de vital importancia para que en una proyección a futuro no se generen mayores índices, y lograr así una mitigación definitiva a una problemática que se pueda presentar más adelante.

Este plan permite orientar las acciones para reducir el impacto negativo por contaminación de ruido dentro de las zonas de estudio y radio de influencia, principalmente orientado a los conductores que circulan constantemente por la vía y comunidad aledaña a ella donde a corto plazo se pueda verificar que las medidas propuestas en el plan sean las más adecuadas para los problemas identificados por el proceso de medición de ruido ambiental.

9. CONCLUSIONES

La apreciación subjetiva del nivel de ruido, acompañada de la molestia sintomática generada por el alto flujo vehicular de tráfico pesado que circulan por la vía del municipio, se torna como un componente determinante para enfatizar su alta contaminación y falta de sensibilidad en los conductores y las empresas de hidrocarburos. Las condiciones topográficas y el estado actual de las vías, hacen que se identifiquen otros factores determinantes que prevalecen en un aumento significativo en los resultados de los niveles de ruido. Por otro lado, durante el trabajo de campo y análisis del área de estudio se concluye que más del 50% de las vías se identificaron hundimientos, fisuras, áreas destapadas, alteración de asfalto, entre otros, lo cual es causal que el nivel de ruido producto del rodamiento de vehículos pesados se incremente.

El flujo vehicular en los dos horarios es constante a pesar que en el horario diurno se observó el doble de vehículos en referencia al horario nocturno. Por otro lado se identificó 97.5% de las mediciones en el horario nocturno y 59% en el horario diurno que sobrepasan los límites establecidos por la normativa nacional de ruido ambiental descrito anteriormente; según el alto nivel de incumplimiento respecto a la norma se concluye que existe una alta y significativa disconformidad entre los valores límites establecidos en la resolución vigente en relación a los niveles monitoreados, que en su totalidad de los casos dichos valores consiguen duplicar la energía sonora de los valores máximos ambientales.

La ejecución de los planes de descontaminación debe integrar a todos aquellos sectores involucrados para así llegar a acuerdos y medidas correctivas, preventivas que abarque cada uno de los puntos de vista y permitan la obtención de información desde diferentes perspectivas generando así mayor facilidad en la aplicación y ejecución de planes. Es importante proyectar este tipo de documentos a otras zonas del municipio de manera preventiva, con el fin de controlar los niveles de ruido y evitar que este tipo de problemáticas trasciendan de sus zonas de influencia inicial y se generen nuevos impactos ambientales. La sensibilización es una parte importante para garantizar que un proyecto sea eficaz dando opción de hacer las correcciones necesarias para mitigar el impacto de ruido ambiental y mejorar el bienestar de la comunidad aledaña a la calle 15 del municipio de Facatativá.

10. RECOMENDACIONES

La alcaldía de Facatativá deberá delegar ciertas actividades para garantizar la seguridad de la población en cuanto a la problemática del ruido, entre las tareas que se deben tener en cuenta se presentan:

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - *CAR* tiene la tarea de evaluar periódicamente el nivel de ruido que se presenta en la zona de estudio, la Secretaría de Salud deberá solicitar información a la comunidad referente a la percepción que tienen del ruido y si presentan afectaciones a causa del mismo, de la misma forma la Secretaría de Planeación tiene la tarea de verificar los permisos del uso de suelo de los establecimientos comerciales ubicados en la zona que puedan generar impacto a la comunidad.

La secretaria de tránsito en conjunto con las empresas de hidrocarburos *BIOD* y *ECOPETROL* deberá ejecutar una reestructuración sobre las rutas y horarios de movilidad para los vehículos de transporte de combustible.

11. BIBLIOGRAFÍA

(Guerrero Lozano, B.). (2010). *Boletín censo general 2005*.

Ausejo Prieto, M. (2009). *Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido*. 119.

Casas-García, O., Betancur-Vargas, C. M., & Montaña-Eraza, J. S. (2015). Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. *Entramado*, 11(1), 264–286. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21106>

Castiblanco, E., Gonzalez, L. N., Torres, S., Vallejo, E., Osorio, S. D., & Sarmiento, R. (2018). *CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y CALIDAD DEL SUEÑO EN DOS*.

Fernández R., P., & Araya A., J. (2012). *Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA): Nuevas metas por Cumplir*.

Figuroa Murcia, E. D. (2015). Evaluación del estado de los conflictos del uso de la tierra en la cuenca alta del río Botello del municipio de Facatativá. *Instname:Universidad Santo Tomás*.

FULECOL. (2017). *PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO CN-1609-86*. (44).

FUNDACIÓN SIN ANIMO DE LUCRO ECOLÓGICA –FULECOL, K. R. M. (2017). *Plan de prevencion y descontamiancion del ruido en Caucasia*. 4(44), 9–15.

ICONTEC. (2002). *NTC 5040*.

ICONTEC. (2003a). *NTC 2272*.

ICONTEC. (2003b). *NTC 3321*.

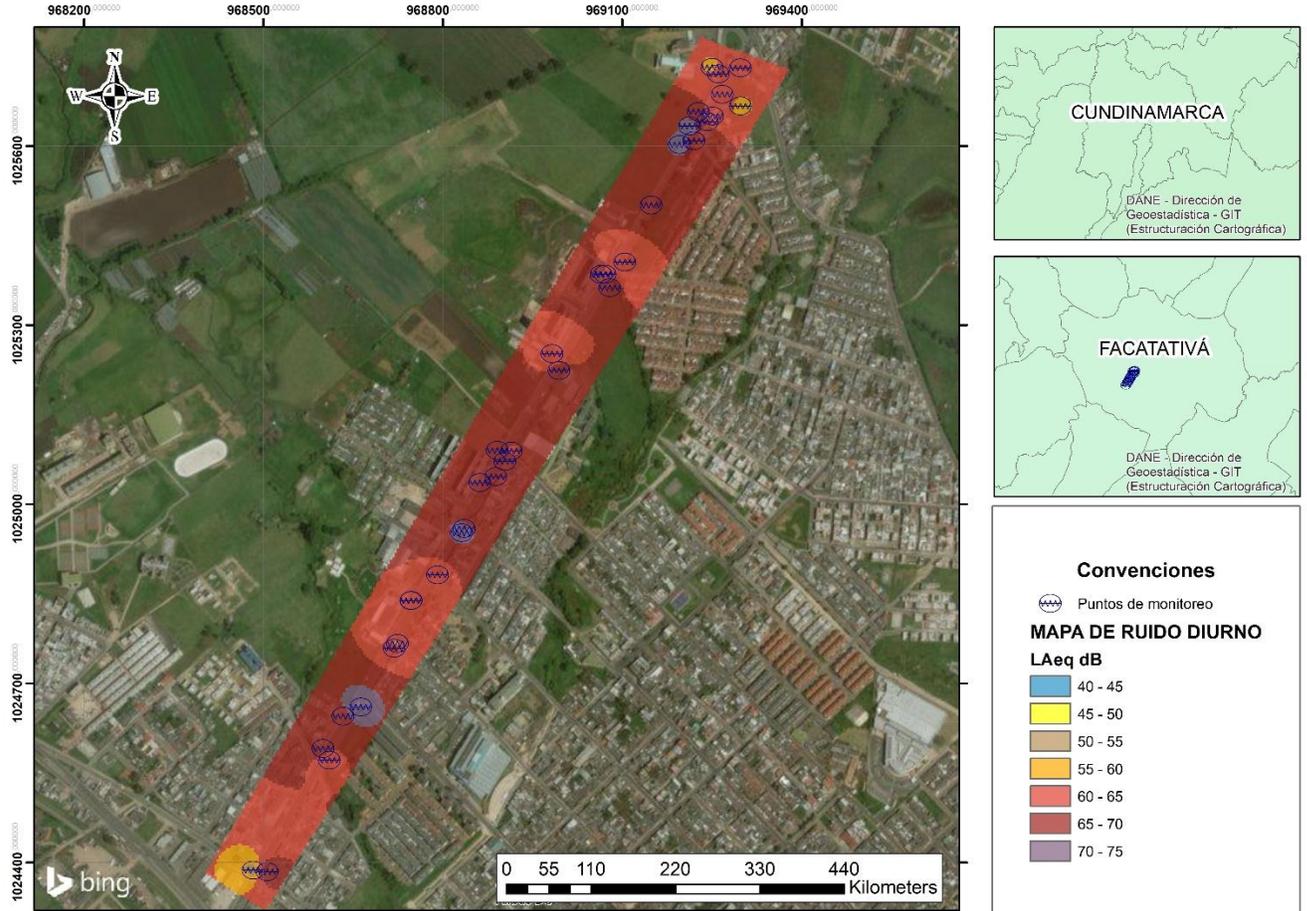
Liu, M., Huang, X., & Xue, G. (2016). Effects of double layer porous asphalt pavement of urban streets on noise reduction. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(1), 183–196. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2016.02.001>

- Mart, A. (2005). *Ruido Por Tráfico Urbano*. 1–49.
- Medio, M. de, & Ambiente. (1995). *Decreto_0948_1995_Calidad_Del_Aire*. 1995(41).
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2006). *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 0627 Del 7 De Abril De 2006*. 1–30.
- Miyara, F. (2004). Ruido urbano: tránsito, industria y esparcimiento 1. *Mvotma*, 1–10.
- Para, A., Sociología, U. N. A., & Ruido, D. E. L. (1995). *Apuntes para una sociología del ruido*. 1–9.
- Presidencia de la República de Colombia. (1994). *Decreto 1832 de 1994*. 1994(agosto 3), 1–5.
- Proinark, C. (2009). *MUNICIPIO DE FACATATIVÁ INFORME No . 2 FINAL Realizado por : (2)*.
- Ramírez, Carrasco, Mariani, P. (2006). *Efecto del Ruido en las UCI Neonatales ¿Cuánta Salud Compra un Dólar? Energía Nuclear ¿Una Alternativa? A Ñ O 8 • N Ú M E R O 2 0 • A B R I L / J U N I O • 2 0 0 6*. 8(20).
- Ramírez González, A., & Domínguez Calle, E. (n.d.). *M EDIO A MBIENTE EL RUIDO VEHICULAR URBANO : PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO*. (42).
- Ramírez González, A., Domínguez Calle, E., & Borrero Marulanda, I. (2007). *Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado*. 10(1), 11–15.
- Ramírez González, A., Domínguez Calle, E., & Borrero Marulanda, I. (2011). El Ruido Vehicular Urbano Y Su Relación Con Medidas De Restricción Del Flujo De Automóviles. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, (42), 143–156.
- Ramírez González, A., Domínguez Calle, E., & Borrero Marulanda, I. (2011). El Ruido Vehicular Urbano Y Su Relación Con Medidas De Restricción Del Flujo De Automóviles. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, (42), 143–156.

- Restrepo, C., Javier, F., Múnera, O., David, J., Valencia, P., Andrés, B., ... Múnera, O. (2015). *VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR : UNA APLICACIÓN PARA MEDELLÍN (COLOMBIA) **.
- Rubiano Bermúdez, R. M. (2010). *Facatativá Fortaleza De Piedra Cruce De Caminos*. 211.
- Sexto, L. F. (2007). *¿Cómo Elegir Un Sonómetro? 651(1979)*.
- Soacha, D. E., Aplicación, D., Normas, A. L. A. S., Ambientales, T. Y., De, N. D. E. L. D. E. D., La, D. D. E., ... Contenido, T. D. E. (2010). *OBJETO CONTRACTUAL . “ ACTUALIZAR EL MAPA DE RUIDO DEL MUNICIPIO RELACIONADAS CON EL TEMA ” FECHA Y NUMERO DE CONTRATO . CONTRATO DE CONSULTORÍA TÍTULO . INFORME FINAL DE LA ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DEL SOSTENIBLE CONTRATISTA : FUNDACIÓN SIN ÁNIMO .*
- UNIVERSITAT DE BARCELONA. (2019). TEMA 4. 1. La evaluación ambiental | Psicología ambiental.
- Vitora, C. F. (1993). *“guia metodologica para la evaluacion del impacto ambiental.”*

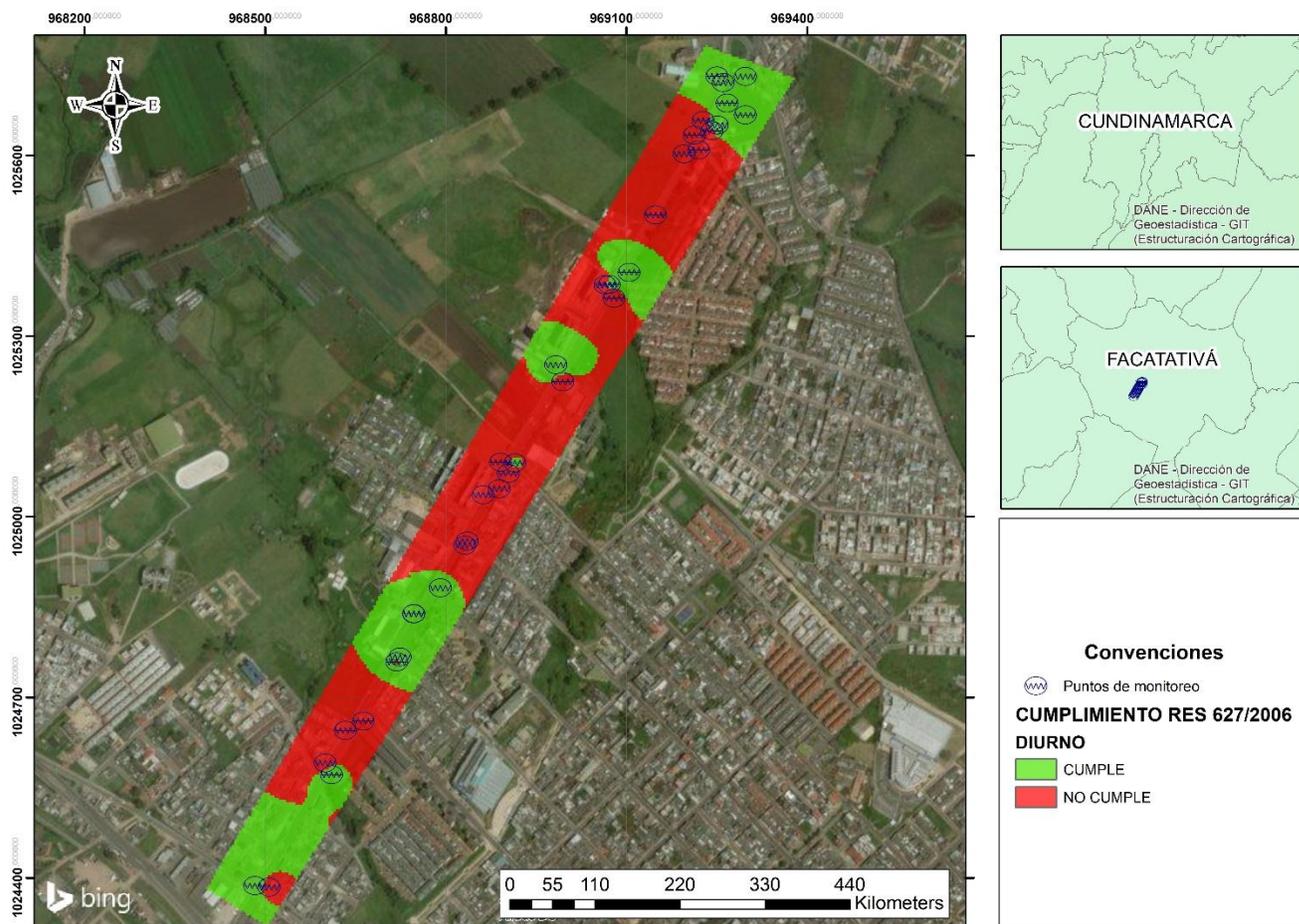
12. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ruido diurno



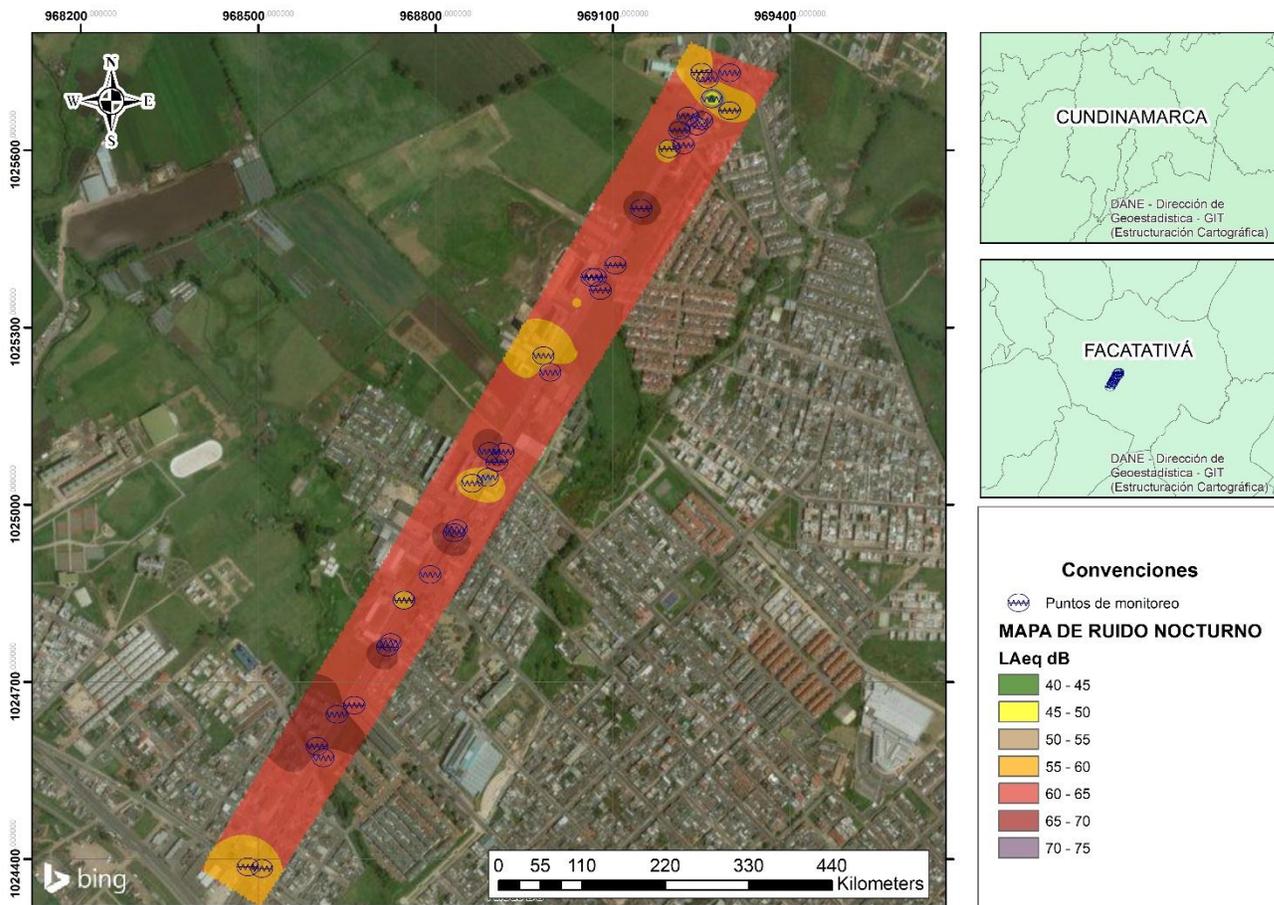
Fuente: Autores

Anexo 2. Mapa de cumplimiento ruido diurno



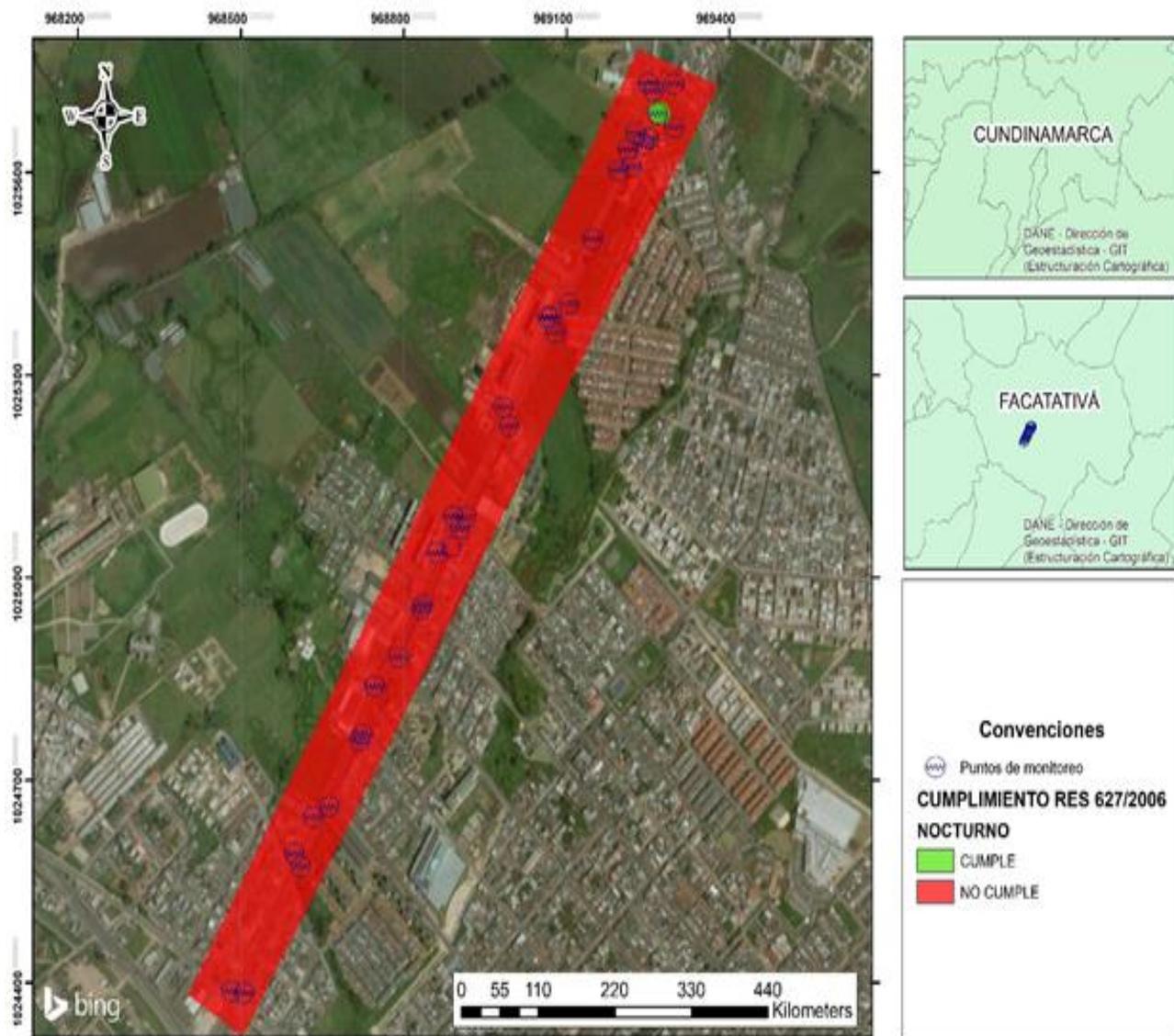
Fuente: Autores

Anexo 3. Mapa de ruido nocturno



Fuente: Autores

Anexo 4. Mapa de cumplimiento horario nocturno



Fuente: Autores

Anexo 5. Planilla de Aforo

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA FORMULARIO DE REGISTRO DE VEHÍCULOS			
<i>Punto de muestreo:</i> <i>Contador:</i> <i>Fecha:</i> <i>Hora:</i>			
Tipo	Descripción gráfica	Conteo	Total
Vehículo regular			
Vehículo transporte de mercancía			
Motocicletas			
Microbus			
Miniturbo (comida)			
Turbo			
Camión sencillo			
Doble troque			
Micromula			
Tractomula			
Tractomula pesada			

Anexo 6. Control de asistencia a campañas de sensibilización

CONTROL DE ASISTENCIA A CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN			
Plan de sensibilización ambiental Dirigido a: Conductores			
Nº	Nombre	Ocupación	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Fuente: Autores

Anexo 7. Toma medición de ruido – Horario nocturno



Fuente: Autores

Anexo 8. Toma medición de ruido – Horario diurno



Fuente: Autores