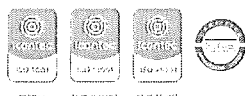


		UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					
CARTA DE AUTORIZACIÓN							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1

Neiva, 20 de febrero de 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito:

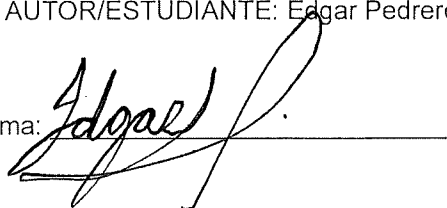
EDGAR PEDREROS CAMACHO, con C.C. No. 1079509558; Autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO DEL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA, DEPARTAMENTO DEL HUILA presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de ingeniero civil; Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

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

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

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Edgar Pedreros Camacho

Firma:



Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS				   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO					
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA 1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO DEL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA, DEPARTAMENTO DEL HUILA.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Edgar	Pedreros Camacho

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Jaime	Izquierdo Bautista

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Jaime	Izquierdo Bautista

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero civil

FACULTAD: Facultad de Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Civil

CIUDAD: Neiva - Huila

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 69

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

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

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

SOFTWARE: Lector PDF

MATERIAL ANEXO: Registro fotográfico de las fallas que se presentan y maximizan el efecto de los impactos negativos.

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Impacto ambiental negativo	Positive environmental impact
2. Impacto ambiental positivo	Negative environmental impact
3. Estudio de impacto ambiental (EIA)	Environmental Impact Study
4. Plan de manejo ambiental (PMA)	Environmental Management Plan

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El presente documento contiene el resultado del proceso de recolección de información bibliográfica y técnica derivada de la práctica realizada por el estudiante de ingeniería civil Edgar Pedreros Camacho en el ejercicio de practicante de ingeniería en la Secretaría de Infraestructura de Neiva; que tiene como fin la realización de un estudio de impacto ambiental simplificado pensado en la identificación, valoración, descripción e intervención de los impactos ambientales que afecta la calidad de vida de los neivanos y visitantes con las actividades de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del Municipio de Neiva.

Para identificar los impactos del proyecto se utilizaron 2 métodos: La matriz de Leopold y el diagrama de redes, en estos dos métodos se escogieron los impactos más significativos o de primer orden, arrojando como resultado la selección de 4 impactos positivos y 8 impactos negativos, los cuales fueron estudiados en el presente documento. Para la calificación y comparación de los impactos en diferentes escenarios se ocuparon otros dos métodos, el método de Arboleda o EPM y el método Conesa, de esta forma se comprobó la viabilidad del proyecto.

También se encuentra el plan de manejo ambiental (PMA), cuyo objetivo es maximizar el efecto de los impactos positivos y mitigar o minimizar el de los negativos. En este plan de manejo se crearon 8 objetivos, 59 medidas y 4 programas en los cuales hay agrupados 11 proyectos.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This document contains the result of the process of collecting bibliographic and technical information derived from the practice carried out by the civil engineering student Edgar Pedreros Camacho in the exercise of engineering intern in the infrastructure secretariat of Neiva; The purpose of which is to carry out a simplified environmental impact study designed to identify, assess, describe and intervene the environmental impacts that affect the quality of life of Neiva residents and visitors with the maintenance and rehabilitation activities of the road network of the municipality of Neiva.

To identify the impacts of the project, two methods were used: The Leopold matrix and the network diagram. In these two methods, the most significant or first-order impacts were chosen, resulting in the selection of 4 positive impacts and 8 negative impacts. which were studied in this document. For the qualification and comparison of the impacts in different scenarios, two other methods were used, the Arboleda method or EPM and the Conesa method, in this way the viability of the project was verified.

There is also the environmental management plan (EMP), whose objective is to maximize the effect of positive impacts and mitigate or minimize the negative ones. In this management plan, 8 objectives, 50 measures and 4 programs were created in which there are grouped 11 projects.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Jackson Andrés Gil Hernández

Firma



Nombre Jurado: Henry Mauricio Castillo Salgado

Firma



Nombre Jurado: Mauricio Duarte Toro

Firma



Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO DEL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA, DEPARTAMENTO DEL HUILA

EDGAR PEDREROS CAMACHO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INGENIERÍA CIVIL
NEIVA, COLOMBIA
Octubre de 2023

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO DEL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA, DEPARTAMENTO DEL HUILA

EDGAR PEDREROS CAMACHO

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero civil

Director (a):

JAIME IZQUIERDO BAUTISTA

Ingeniero agrícola, Magister en ingeniería civil, Doctor en Planificación y Manejo
Ambiental de Cuencas hidrográficas

Línea de Investigación:

Evaluación de impactos ambientales

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

NEIVA - HUILA

2023

Agradecimientos

A mis padres Nubia Camacho y Edgar Pedreros, a mis hermanas Natalia y Elizabeth; y a mi abuelo Pastor Camacho que hoy descansa en la paz del señor, los cuales me acompañaron y apoyaron durante este proceso y a todas las personas que de una u otra forma intervinieron de la mejor forma durante mi carrera universitaria.

A mis estimados maestros por su invaluable apoyo y orientación a lo largo de mi trayecto académico y en la culminación de este proyecto de grado. Sus enseñanzas, dedicación y paciencia han sido fundamentales en mi desarrollo como estudiante y en la realización de esta investigación.

Resumen

El presente documento contiene el resultado del proceso de recolección de información bibliográfica y técnica derivada de la práctica realizada por el estudiante de ingeniería civil Edgar Pedreros Camacho en el ejercicio de practicante de ingeniería en la Secretaría de Infraestructura de Neiva; que tiene como fin la realización de un estudio de impacto ambiental simplificado pensado en la identificación, valoración, descripción e intervención de los impactos ambientales que afecta la calidad de vida de los neivanos y visitantes con las actividades de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del Municipio de Neiva.

Para identificar los impactos del proyecto se utilizaron 2 métodos: La matriz de Leopold y el diagrama de redes, en estos dos métodos se escogieron los impactos más significativos o de primer orden, arrojando como resultado la selección de 4 impactos positivos y 8 impactos negativos, los cuales fueron estudiados en el presente documento. Para la calificación y comparación de los impactos en diferentes escenarios se ocuparon otros dos métodos, el método de Arboleda o EPM y el método Conesa, de esta forma se comprobó la viabilidad del proyecto.

También se encuentra el plan de manejo ambiental (PMA), cuyo objetivo es maximizar el efecto de los impactos positivos y mitigar o minimizar el de los negativos. En este plan de manejo se crearon 8 objetivos, 59 medidas y 4 programas en los cuales hay agrupados 11 proyectos.

Palabras clave: Impacto ambiental positivo, Impacto ambiental negativo, Estudio de Impacto ambiental (EIA), Plan de manejo ambiental (PMA).

Abstract

This document contains the result of the process of collecting bibliographic and technical information derived from the practice carried out by the civil engineering student Edgar Pedreros Camacho in the exercise of engineering intern in the infrastructure secretariat of Neiva; The purpose of which is to carry out a simplified environmental impact study designed to identify, assess, describe and intervene the environmental impacts that affect the quality of life of Neiva residents and visitors with the maintenance and rehabilitation activities of the road network of the municipality of Neiva.

To identify the impacts of the project, two methods were used: The Leopold matrix and the network diagram. In these two methods, the most significant or first-order impacts were chosen, resulting in the selection of 4 positive impacts and 8 negative impacts. which were studied in this document. For the qualification and comparison of the impacts in different scenarios, two other methods were used, the Arboleda method or EPM and the Conesa method, in this way the viability of the project was verified.

There is also the environmental management plan (EMP), whose objective is to maximize the effect of positive impacts and mitigate or minimize the negative ones. In this management plan, 8 objectives, 50 measures and 4 programs were created in which there are grouped 11 projects.

Keywords: Positive environmental impact, Negative environmental impact, Environmental Impact Study (EIA), Environmental Management Plan (PMA).

Contenido

	Pág.
Resumen	VIII
Lista de cuadros	XIII
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes	16
1.2 Justificación	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
2. Pasantía supervisada	18
2.1 Actividades realizadas	18
3. Marco teórico.....	20
4. Metodología.....	22
4.1 Área de estudio	22
4.2 Fases etapas y métodos	22
4.3 Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales....	25
4.3.1 Matriz de Leopold	25
4.3.2 Diagrama de redes	26
4.4 Metodología para determinar la viabilidad ambiental de proyecto.....	27
4.4.1 Método EPM o Método Arboleda.....	27
4.4.2 Método Conesa simplificado.....	28
4.5 Metodología para la formulación del plan de manejo.....	30
5. Resultados y análisis de resultados	31
5.1 Área de influencia	31
5.2 Aspectos ambientales del área de influencia del proyecto	32
5.2.1 Lluvias, Temperatura y Humedad relativa	32
5.2.2 Geología y geomorfología	33
5.2.3 Fuentes hídricas	33
5.2.4 Calidad del aire.....	34
5.2.5 Flora.....	35
5.2.6 Fauna.....	35
5.3 Identificación y selección de los impactos ambientales significativos.....	36

5.4	Comparación de los escenarios ambientales en el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila	42
5.5	Descripción de los impactos.....	45
5.5.1	Descripción de los impactos ambientales positivos.....	45
5.5.2	Descripción de los impactos ambientales negativos	46
5.6	Plan de manejo ambiental	49
5.6.1	Objetivos del plan de manejo ambiental	49
5.6.2	Medidas de mitigación y mejoramiento del plan de manejo ambiental	50
5.6.3	Esquema básico del plan de manejo ambiental.....	58
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	59
6.1	Conclusiones y recomendaciones	59
	Bibliografía	71
7.	Bibliografía.....	71

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1. Flujograma de las actividades realizadas en la pasantía.....	19
Figura 4-1: Localización geográfica del área de estudio.....	22
Figura 4-2: Representación de los rangos de importancia ambiental en el método Conesa.	30
Figura 5-1: Zona de influencia del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del huila	32
Figura 5-2: diagrama de redes.	39

Lista de cuadros

Pág.

Cuadro 4-1: Fases, etapas y métodos del proyecto de investigación.....	23
Cuadro 4-2: sistematización en la valoración de la magnitud e importancia.	26
Cuadro 4-3: Criterios para la selección de impactos en el método de redes.	26
Cuadro 4-4: Valores aproximados para los parámetros de la metodología Arboleda.	28
Cuadro 4-5: Criterios para la calificación de impactos ambientales por el método Conesa.	29
Cuadro 5-1: Listado de fuentes hídricas del área urbana de la ciudad de Neiva.	34
Cuadro 5-2 Matriz de Leopold.....	36
Cuadro 5-3: Clasificación de obras, factores ambientales e impactos según el grado de afectación en la matriz de Leopold.	37
Cuadro 5-4: Impactos seleccionados por el método de la matriz de Leopold.	38
Cuadro 5-5: Calificación y selección de impactos por el método de redes.	40
Cuadro 5-6: Impactos seleccionados por el método de diagrama de redes.	41
Cuadro 5-7: Impactos seleccionados y estudiados. Adaptado de (Giraldo, 2010)	41
Cuadro 5-8: Evaluación y comparación de escenarios según el método Arboleda o EPM.	43
Cuadro 5-9: Evaluación y comparación de escenarios según el método Conesa simplificado.....	44
Cuadro 5-10: Viabilidad del proyecto.	45
Cuadro 5-11: Objetivos del plan de manejo ambiental para el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva.	49
Continuación Cuadro 5-11: Objetivos del plan de manejo ambiental para el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.	50

Cuadro 5-12: Lista de medidas para maximizar impactos ambientales positivos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.	51
Cuadro 5-13: Lista de medidas para minimizar impactos ambientales negativos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila	53
Cuadro 5-14: Esquema básico del plan de manejo ambiental para el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva.	58

1. Introducción

El municipio de Neiva, capital del departamento del Huila cuenta con un aproximado de 357.392 habitantes, según cifra ajustada del DANE (Alcaldía de Neiva, 2022). Su división política y administrativa se ha estructurado a partir de 10 comunas, con 117 barrios y 377 sectores en la zona urbana. Al ser un municipio de acopio y debido a su posición geográfica diariamente es visitada por cientos de personas que allegan a la capital por distintas razones, quienes transitan por las calles del municipio, requiriendo de esta forma que las condiciones de la malla vial sea la óptima e ideal para facilitar y garantizar la movilidad. (Alcaldía de Neiva, 2022)

Dentro del plan de gobierno “PRIMERO NEIVA” del electo alcalde Gorky Muñoz Calderón, se estableció la mejora de la malla vial mediante intervenciones que permitieran implementar acciones dirigidas a mejorar la malla vial en la zona urbana. Estas acciones propenden por la mejora en la calidad de vida de los Neivanos y visitantes. Con el fin de potenciar los efectos de dichas intervenciones se propuso la realización de un estudio de impacto ambiental simplificado del mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del Municipio de Neiva, que se llevó a cabo durante 6 meses bajo la asesoría y acompañamiento del director asignado por la Universidad Surcolombiana, jefes técnicos, operativos vinculados y contratistas de la Secretaría de Infraestructura de Neiva. El propósito final de este es proponer proyectos y estrategias que permitan además de las mejoras estructurales y viales al municipio, la realización de un ejercicio más inteligente, responsable y comprometido con la sociedad, que permita desde la aplicación de estudios de impactos ambientales simplificados el ejercicio consciente ambiental y operativamente la mejora de la malla vial de la zona urbana de Neiva.

En Colombia se establecen normas, procedimientos, estándares e instituciones encargadas de controlar y exigir el ejercicio consciente y responsable de dichas intervenciones mediante la realización de estudios de impacto ambiental que garanticen un mejor aprovechamiento y resultados a la hora de la realización de intervención en torno a la rehabilitación y mantenimiento de las mallas viales. Desde la óptica de los profesionales en ingeniería civil se debe tener en cuenta cada uno de los efectos tanto negativos como positivos, con el propósito final de garantizar a la sociedad mejores condiciones desde el aporte integral y la aplicación de conocimientos y principios de los campos propios de la profesión.

1.1 Antecedentes

El proyecto “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO DEL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA, DEPARTAMENTO DEL HUILA”, busca identificar y evaluar los diferentes impactos ambientales, seguidamente proponer un plan de manejo ambiental en el cual se maximicen los impactos positivos y se minimicen los impactos negativos que se presentaran en la ejecución de esta intervención direccionada al mejoramiento de la malla vial del municipio de Neiva durante la ejecución del programa de gobierno “PRIMERO NEIVA, UN MANDATO CIUDADANO” propuesto para el periodo 2020-2023 en cabeza del alcalde electo, Gorky Muñoz Calderón, quien estableció acciones que buscan implementar un programa de mantenimiento y conservación de esta; con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los neivanos y visitantes.

De acuerdo con el mencionado programa de gobierno se han venido implementando acciones dirigidas al mejoramiento de la malla vial durante el año 2022 y 2023, desde la Secretaría de Infraestructura se realizó el mantenimiento y rehabilitación de esta por medio de una significativa inversión y la ejecución de distintas estrategias destinadas a suplir la problemática visible por el mal estado de las vías de la zona urbana del municipio de Neiva.

1.2 Justificación

Por el avanzado deterioro de la malla vial del municipio de Neiva, constantemente se deben implementar acciones con las cuales se permita su acondicionamiento. Asimismo, es importante tener en cuenta las distintas situaciones que se generan a raíz de estas adecuaciones y mejoras. Uno de los aspectos a resaltar, es el impacto ambiental que se deriva de dichas intervenciones.

En el periodo de mandato del alcalde electo de la ciudad de Neiva, Gorky Muñoz Calderón, desde la Secretaría de Infraestructura, se han ido adelantando proyectos, estrategias, planes e intervenciones en busca de mejorar y optimizar el estado de la malla vial del municipio. Es por esto que en el objetivo principal de la práctica profesional se establece la necesidad de realizar un proceso investigativo y práctico para poder identificar impactos de orden social, económico y ambiental. Y a su vez, definir un posible plan de mejora que permita mitigar o minimizar los efectos negativos y maximizar los positivos derivados de las actividades de obra.

Estas actividades generan muchos impactos en su área de influencia y fuera de ella, uno de ellos es la generación de desechos y escombros, esta es una de las variables que más se deben tener en cuenta al momento de realizar las actividades de construcción y rehabilitación de vías al entender que el mal manejo de estos puede ocasionar efectos negativos e irreparables a los

factores ambientales y desmejorar las condiciones de vida de los neivanos. Por eso es importante generar estrategias que permitan identificar si estos residuos pueden ser reutilizados y si no, lograr definir de forma acertada el manejo que se debe dar para su posterior proceso de eliminación.

En cuanto a la rehabilitación de pavimentos, como lo refieren Méndez y Ramírez (2017) en su trabajo titulado “DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE UN TRAMO DE LA VIA Terciaria Coello a la Vereda Llano de la Virgen, localizada en el Municipio de Coello - Departamento del Tolima. IBAGUE – TOLIMA”. Se trata de tratamientos factibles para la corrección de defectos de un pavimento, que permiten alcanzar el mejoramiento deseado en su capacidad estructural, así como la suficiencia funcional y del drenaje.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Desarrollar un Estudio de impacto ambiental simplificado del mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el área de influencia de la construcción, mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva.
- Identificar, valorar y describir los impactos ambientales positivos y negativos significativos del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva.
- Proponer medidas, programas y proyectos básicos para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales del mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva.

2. Pasantía supervisada

2.1 Actividades realizadas

Se realizó un proceso investigativo teniendo en cuenta todos los aspectos y características del proyecto, así como sus antecedentes y problemáticas presentadas. De igual forma, se efectuó un trabajo de campo y/o visitas implementando técnicas de observación con el propósito de definir el área de influencia del proyecto, identificar las actividades constructivas del proyecto e impactos ambientales negativos y positivos significativos. Seguidamente se analizó la información recolectada anteriormente para así establecer un plan de contingencia o plan de manejo ambiental donde se presentan las acciones para proporcionar mejoras en el desarrollo de esas actividades y de este modo mitigar los efectos negativos y potenciar los positivos durante el proceso de mantenimiento de la malla vial del área urbana de la ciudad de Neiva. Finalmente se creó este documento donde se plasma el resultado del Estudio de Impacto Ambiental Simplificado del Mantenimiento y Rehabilitación de la Malla Vial del Área Urbana del Municipio de Neiva, Departamento del Huila. En la figura 2-1 se sintetiza el trabajo realizado.

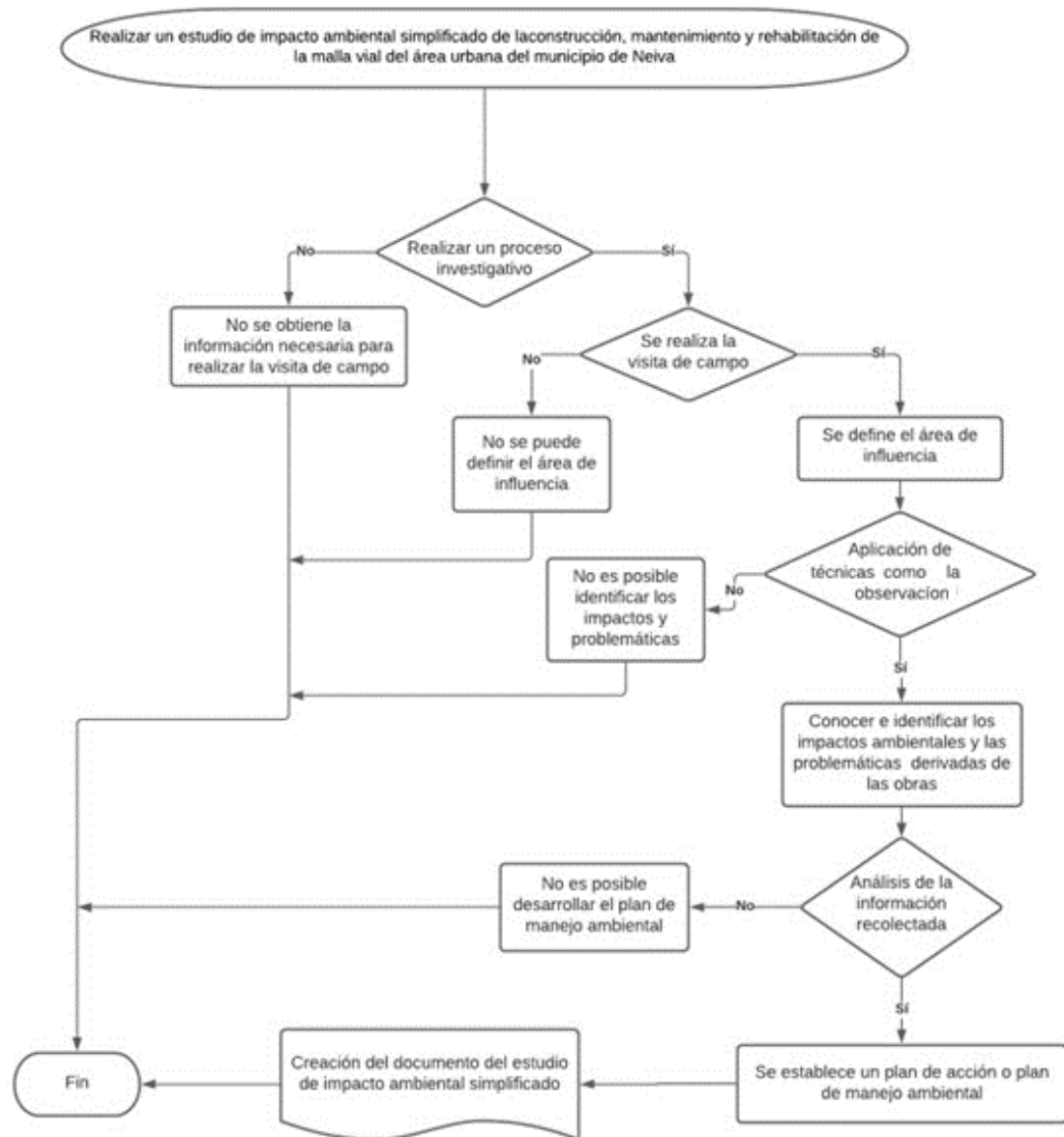


Figura 2-1. Flujograma de las actividades realizadas en la pasantía.

3. Marco teórico

Como lo establece el decreto 1076 de 2015, un impacto ambiental es cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (artículo 2.2.2.3.1.1). (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015)

El objetivo mismo de este radica en lograr establecer los rangos de afectación o beneficencia alternos o conjuntos a la realización de una obra, proyecto o actividad; el estudio que se realiza se deriva como resultado un diagnóstico esencial y clave para la toma de decisiones sobre el proyecto en ejecución o en planeación, esto en pro de intervenir en una sana medida cualquier tipo de efecto o efectos ambientales que genera, mediante la aplicación de medidas de mitigación, reparación y/o compensación. (Gestión de recursos naturales (GRN), 2023)

El estudio de impacto ambiental se da a partir de la identificación de transformación de las condiciones iniciales en los medios abiótico, biótico y socioeconómico (ANI, 2017; pág. 2). A partir de esto se evalúa la tendencia ambiental mediante la aplicación de técnicas y metodologías, su resultado permite encaminar las acciones dirigidas a su intervención.

Dentro de los tipos de estudios de impacto ambiental se enmarcan 2 principales, el estudio de impacto ambiental ordinario y el estudio de impacto ambiental simplificado; diferenciados por su complejidad, alcance y requisitos; la elección de este depende de la magnitud del proyecto. (Viloria Villegas, Cadavid, & Awad, 2018)

La principal ley que rige la regulación de los estudios de impacto ambiental en Colombia es la Ley 99 de 1993, esta establece el marco legal y los procedimientos para la evaluación y control ambiental de proyectos que puedan tener impactos significativos en el medio ambiente, a continuación, se presenta la mencionada ley y algunos decretos complementarios a esta.

LEY 99 DE 1993 del 22 diciembre: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones; Esta ley establece el régimen legal de la gestión del medio ambiente en Colombia. Define los principios y objetivos de la política ambiental, así como las bases para la planificación y regulación de los estudios de impacto ambiental (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 1993).

DECRETO 1753 DE 1994 del 3 de agosto: por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales; el presente decreto reglamenta los procedimientos y los requisitos para la elaboración de estudios de impacto ambiental (EIA) y los planes de manejo ambiental (PMA) en Colombia. Tomado de (Ministerio del medio ambiente, 1994).

Ley 1753 de 2015 del 9 de junio: por medio de la presente ley se define el Plan Nacional de Desarrollo y establece los principios de gestión ambiental y desarrollo sostenible en Colombia, incluyendo la consideración de los EIAS en la toma de decisiones. Tomado de la página de la función pública; Publicado en el Diario Oficial. N. 49538. 9 de junio de 2015.

En Colombia, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y las autoridades ambientales regionales son las entidades encargadas de supervisar y aprobar los estudios de impacto ambiental según las normativas y procedimientos que se apliquen a cada proyecto específico.

El manual de mantenimiento de carreteras elaborado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) realizado en el año 2016, es uno de los documentos técnicos que se tuvo como referencia a la hora de la realización del presente trabajo, pues en estas se presentan las especificaciones generales para el mantenimiento y reparación de carreteras. En el presente, también se describen los procedimientos generales de ejecución, materiales requeridos y se muestran los requisitos de calidad para que las actividades constructivas se realicen de una forma adecuada.

El documento “Especificaciones generales de construcción de carreteras” publicado en el año 2022, es también uno de los referentes en la realización y desarrollo del presente trabajo, en este se muestran los puntos que se deben tener en cuenta en cada una de las actividades constructivas, esto con fin de que los trabajos que se realicen sean de calidad y cuidando el entorno donde estos se ejecutan.

Por último, para la estructuración y organización del presente documento se tomó como base el trabajo denominado “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA AGROINDUSTRIA SEMILLAS DEL HUILA S.A. EN EL MUNICIPIO DE NEIVA – HUILA”. Desarrollado por el ingeniero Jorge Alberto Peñaloza Giraldo.

4. Metodología

4.1 Área de estudio

Neiva es un municipio colombiano, capital del departamento de Huila. La ciudad está ubicada en las coordenadas 2°59'55"N 75°18'16"O. Yace entre la cordillera Central y Oriental, en una planicie sobre la margen oriental del Río Magdalena, en el valle del mismo nombre, cruzada por los ríos Las Ceibas y del Oro. Su extensión territorial de 1533 km², su altura de 442 metros sobre el nivel del mar y su temperatura promedio de 27.7 °C. (Wikipedia, 2023)

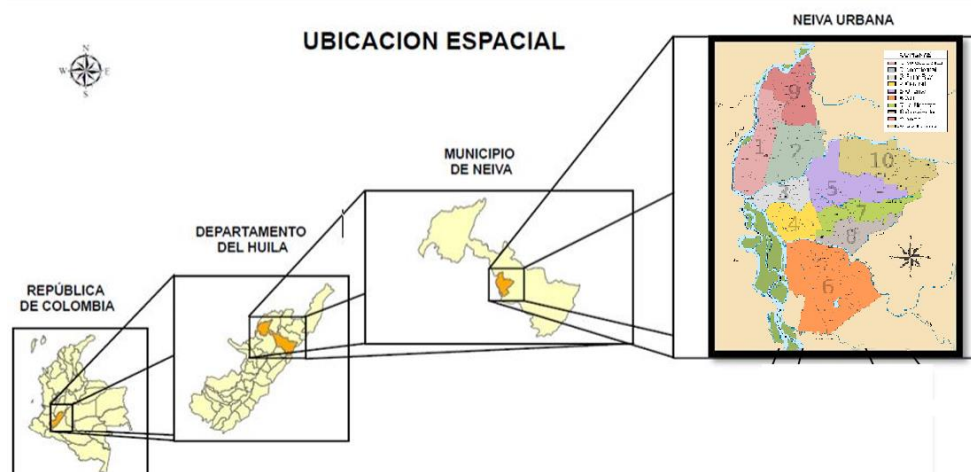


Figura 4-1: Localización geográfica del área de estudio. Tomado de (TRANSFEDERAL, 2015), y adaptada por el autor.

4.2 Fases etapas y métodos

Este proyecto se realizó en 4 fases y 10 etapas con sus respectivos métodos. La fase 1, Fase preliminar; Fase 2, Fase de compilación y valoración de las características del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del municipio de Neiva; Fase 3, Fase de identificación y valoración de los impactos ambientales y Fase 4, Fase de elaboración del plan de manejo ambiental.

FASES		ETAPAS		MÉTODOS
Fi	Nombre	Eij	Nombre	
F1	Fase preliminar	E11	Asesoría para la elaboración del trabajo de grado	Encuentro del autor con el director del proyecto de grado
		E12	Recopilación de la información del área de estudio	Revisión bibliográfica y de material cartográfico
F2	Fase de compilación y valoración de las características del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del municipio de Neiva	E21	Recopilación de la información del proyecto	Visita de campo, solicitud de la documentación del proyecto ante la alcaldía de Neiva
		E22	Descripción de las características del proyecto	Visita de campo, análisis de la información técnica y ambiental proporcionada por la alcaldía de Neiva
F3	Fase de identificación y valoración de los impactos ambientales	E31	Delimitación y descripción del área de influencia	Se utilizó el método Olaya para delimitar y zonificar el área de influencia
		E32	Identificación de los impactos ambientales	Realización de reconocimiento de campo mientras se realizaban labores de mantenimiento.
		E33	Selección de los impactos ambientales significativos	Revisión de la información recolectada en el reconocimiento de campo, reunión entre el autor y el director del proyecto de grado
		E34	Explicación de los impactos ambientales	Elaboración de la descripción de los impactos ambientales con la información recolectada en las etapas E32 y E22
F4	Fase de elaboración del plan de manejo ambiental	E41	Análisis y selección de medidas con el fin de mitigar o minimizar los impactos negativos y maximizar los positivos	Revisión bibliográfica y legislación ambiental
		E42	Elaboración del plan de manejo	Análisis y revisión de los resultados obtenidos en la etapa E42

Cuadro 4-1: Fases, etapas y métodos del proyecto de investigación. Adaptado de (Giraldo, 2010)

Fase 1. Fase preliminar

Se efectuó una reunión con el director del proyecto de grado con el fin de recibir asesoría, se realizó una revisión bibliográfica y de material cartográfico del área de estudio. Esto para obtener información importante del proyecto y trazar una ruta para la elaboración del proyecto de grado.

Fase 2. Fase de compilación y valoración de las características del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del municipio de Neiva

Con la información que se recaudó de la fase 1, se realizaron visitas de campo y la solicitud de los documentos relacionados con el proyecto ante la alcaldía, esto para obtener información de las características ambientales de la zona a intervenir, de igual forma se entrevistó al secretario de infraestructura y jefe operativo de la alcaldía de la alcaldía Neiva para conocer los aspectos técnicos del proyecto.

Fase 3. Fase de identificación y valoración de los impactos ambientales

Para identificar el área de influencia se utilizó Y adaptó la metodología de Olaya (2003, 253-268).

$$A_H = A_1UA_2UA_3UA_5UA_6UA_7UA_{10}U \quad (4.1)$$

Donde

A_H = Área de influencia hipotética en la cual se realizará el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de vías (zona urbana del municipio de Neiva).

A_1 = Área de las vías de la zona urbana de la ciudad de Neiva en las cuales se llevará a cabo las intervenciones de mantenimiento y rehabilitación.

A_2 = Área de residencia de los usuarios frecuentes de las vías de la ciudad de Neiva (Habitantes de la zona urbana de la ciudad de Neiva).

A_3 = Área de las zonas verdes cercanas a la malla vial de la zona urbana de la ciudad de Neiva.

A_5 = Área de los cuerpos de agua que atraviesan la zona urbana de la ciudad de Neiva

4.3 Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales se inició con visitas de campo en las diferentes intervenciones de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial que se llevaban a cabo en el área urbana de la ciudad de Neiva, en estas se utilizó el método de la observación con él con fin de realizar una preselección de estos, seguidamente se utilizó el método de la matriz de Leopold y el método de redes. Para así mismo hacer la selección de los impactos más significativos; en esta etapa de la evaluación se aplicaron los métodos de Jorge Alonso Arboleda y Conesa.

4.3.1 Matriz de Leopold

Juan Carlos Páez Zamora, en su libro “Elementos de gestión ambiental” presenta el método de la matriz de Leopold, el cual trata de una matriz de entrada doble; que en sus columnas se relacionan las diferentes actividades que se llevan a cabo en un proyecto y que posiblemente pueden alterar el ambiente de la zona de influencia, y en sus filas los factores ambientales los cuales se verán afectados, en la matriz original se cuenta con 100 acciones o actividades las cuales pueden alterar un ambiente y 88 factores ambientales que pueden ser afectados; sin embargo, en este proyecto de grado se realizó una simplificación y ajuste del método con el fin de que fuera aplicado en la rehabilitación y mantenimiento de la malla vial de la zona urbana del municipio de Neiva, dando como resultado 15 columnas que representan las actividades ejecutadas y 12 filas o factores ambientales.

En cada celda donde se presenta una interacción de la matriz, hay una casilla que está dividida con una línea horizontal en la parte superior, al lado izquierdo se muestra un número que representa la magnitud de la alteración del factor ambiental correspondiente; y en la parte inferior, lado izquierdo, se presenta la importancia de la interacción en el proyecto. Para facilitar la escogencia y la sistematización de los valores de la magnitud y la importancia se utilizó el cuadro 4-2 recomendadas por Páez Zamora; “Elementos de gestión ambiental”; pág. 73

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Calificación.	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Media	2	Media	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Media	Baja	4	Temporal	Local
5	Media	Media	5	Media	Local
6	Media	Alta	6	Permanente	Local
7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional
8	Alta	Media	8	Media	Regional
9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional
10	Muy alta	Alta	10	Permanente	Regional

Cuadro 4-2: sistematización en la valoración de la magnitud e importancia. Tomado de (Páez Zamora , 2011)

Finalmente, se muestran algunas casillas en la parte derecha y debajo de la matriz, las cuales muestran el resumen de las interacciones, cuyo propósito es identificar las actividades generan mayor impacto y los factores ambientales que son más afectados.

4.3.2 Diagrama de redes

Los diagramas de redes integran las causas y las consecuencias de los impactos, en este método se identifican las interrelaciones que existen entre las actividades constructivas que se llevan a cabo en el proyecto y los factores ambientales modificados por los diferentes impactos, esto incluye sus efectos secundarios y primarios (Canter, 1998)). Todas estas relaciones se integran en un diagrama el cual muestra los impactos directos (De primera generación) y aquellos que son causados por estos o indirectos (Segunda y tercera generación). Helmer Alexis Guzman López en su investigación llamada “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y AMENAZAS NATURALES DEL DISTRITO DE RIEGO ASODRIANA, MUNICIPIO DE NÁTAGA HUILA” muestra el cuadro 4-3 en el cual se aprecian los criterios para la selección de impactos de mayor importancia.

Grado de generación (G1)	Grado de Influencia (I1)	Puntaje	Orden de importancia
1° Generación G=3	Fuerte: (1=3)	6	1°
	Moderada: (1=3)	4	2°
	Leve: (1=3)	2	3°
2° Generación G=2	Fuerte: (1=3)	5	2°
	Moderada: (1=3)	4	3°
	Leve: (1=3)	3	4°
3° Generación G=1	Fuerte: (1=3)	4	3°
	Moderada: (1=3)	3	4°
	Leve: (1=3)	2	5°

Cuadro 4-3: Criterios para la selección de impactos en el método de redes.

4.4 Metodología para determinar la viabilidad ambiental de proyecto

Para determinar la viabilidad ambiental del proyecto se tuvieron en cuenta dos métodos de calificación de los impactos ambientales más relevantes identificados y evaluados anteriormente, estos son el método de las empresas públicas de Medellín (EPM) o método Arboleda y el método Conesa simplificado. En los cuales se plantearon 3 diferentes escenarios:

(SP)= Sin la ejecución del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial.

(P)= Con el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial.

(PMA)= Con la ejecución del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial y el plan de manejo ambiental.

Adaptado de (López, 2013)

4.4.1 Método EPM o Método Arboleda

Este método utiliza una ecuación simple la cual permite calificar los diferentes impactos ambientales seleccionados:

$$Ca = C[P(a E M + b D)] \quad (4.2)$$

Donde:

Ca= Calificación ambiental

C= Clase

P= Presencia

E= Evolución

M= Magnitud

D= Duración

a= 7.0

b= 3.0

Tomado de (Arboleda González, 2008)

En su libro “Manual de evaluación de impacto ambiental” (pág. 84 – 86) Arboleda da unos valores aproximados para cada uno de estos parámetros de evaluación (Cuadro 4-4).

PRESENCIA	DURACIÓN	EVOLUCIÓN	MAGNITUD	PUNTAJE
Cierta	Muy larga o permanente (> 10 años)	Muy rápida (< 1mes)	Muy alta (Mr> a 80%)	1.0
Muy probable	Larga (> 7 años y < 10 años)	Rápida (> 1 mes y < 12 meses)	Alta (> 60 %y < 80 %)	0.7<0.99
Probable	Media (> 4 años y < 7 años)	Media (> 12 meses y < 18 meses)	Media (> 40 % y < 60 %)	0.4<0.69
Poco Probable	Corta (> 1 años y < 4 año)	Lenta (> 18 meses y < 24 meses)	Baja (> 20 % y < 40 %)	0.2<0.39
No probable	Muy corta (< 1 año)	Muy lenta (> 24 meses)	Muy baja (< 19%)	0.01<0.19

Cuadro 4-4: Valores aproximados para los parámetros de la metodología Arboleda. Tomado de (Arboleda González, 2008)

Arboleda también define cada uno de los anteriores parámetros de la siguiente manera:

Clase (C)= Este criterio indica si el impacto analizado es benéfico o positivo (+) si mejora la condición ambiental del entorno, y negativo (-) si la desmejora.

Presencia (P)= Define la probabilidad de que el impacto pueda darse y se expresa como un porcentaje.

Duración(D) = Expresa el tiempo de vida del impacto, desde el momento en que se empiezan a manifestar sus consecuencias hasta que estas cesen.

Evolución (E)= Califica la velocidad entre el inicio de las afectaciones hasta el momento que el impacto alcanza sus mayores consecuencias

Magnitud (M)= Califica el nivel de afectación que el impacto produce en el factor ambiental analizado. Se expresa en termino de porcentaje (por ese motivo también se denomina magnitud relativa – Mr.).

De igual forma según el resultado obtenido al resolver la educación anteriormente mostrada cuyo valor será mayor a 0 y menor que 10, se convierte en una expresión que indica la importancia del impacto (Muy alta (MA), alta (AL), Media (ME), Baja (BA) y muy baja (MB)). (Guzmán, 2013, pág. 39)

4.4.2 Método Conesa simplificado

Este método es bastante complejo en su forma original, no obstante, algunos expertos en estudios de impacto ambiental hicieron una simplificación de este, no sin antes tener en cuenta todos los aspectos y algoritmos del método planteado inicialmente. Para la realización de este método se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (4.3)$$

Donde= Importancia

IN= Intensidad

EX= extensión

MO= Momento

PE= Persistencia

RV= Reversibilidad

SI= Sinergia

AC= Acumulación

EF= Efecto

PR = Periodicidad

MC= Recuperabilidad

En el cuadro 4-5. Se explican y se dan los valores para cada uno de los criterios de la formula anteriormente planteada.

CRITERIOS		SIGNIFICADO
Signo	+/-	Hace alusión al carácter <i>benéfico</i> (+) o <i>perjudicial</i> (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados
Intensidad	IN	<i>Grado de incidencia</i> de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínima afectación.
Extensión	EX	<i>Área de influencia</i> teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter <i>puntual</i> (1). Si por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será <i>Total</i> (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta.
Momento	MO	<i>Alude al tiempo</i> entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es <i>nulo</i> , el momento será <i>Inmediato</i> , y si es inferior a un año, <i>Corto plazo</i> , asignándole en ambos casos un valor de <i>cuatro</i> (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, <i>Largo Plazo</i> (1).
Persistencia	PE	<i>Tiempo</i> que supuestamente <i>permanecerá el efecto</i> desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
Reversibilidad	RV	Se refiere a la <i>posibilidad de reconstrucción</i> del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, <i>por medios naturales</i> , una vez aquella deje de actuar sobre el medio.
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de <i>reconstrucción</i> , total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, <i>por medio de la intervención humana</i> (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4).
Sinergia	SI	Este atributo contempla el <i>reforzamiento de dos o más efectos simples</i> . La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
Acumulación	AC	Este atributo da idea del <i>incremento progresivo</i> de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando un acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la <i>relación causa-efecto</i> , o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser <i>directo o primario</i> , siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o <i>indirecto o secundario</i> , cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.
Periodicidad	PR	Se refiere a la <i>regularidad de manifestación del efecto</i> , bien sea de manera <i>cíclica o recurrente</i> (efecto periódico), de forma <i>impredecible en el tiempo</i> (efecto irregular) o <i>constante en el tiempo</i> (efecto continuo)

Cuadro 4-5: Criterios para la calificación de impactos ambientales por el método Conesa. Tomado de (Arboleda González, 2008)

Al desarrollar la ecuación (4.3) la cual varía entre 0 y 100 se puede determinar la importancia del impacto ambiental y cuál es su incidencia en el factor ambiental en el cual este actúa. En este caso se presentan 4 rangos diferentes, cada uno representado por un color ver la figura 4-2.

	Inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles con el ambiente
	Entre 25 y 50 son impactos moderados.
	Entre 50 y 75 son severos
	Superiores a 75 son críticos

Figura 4-2: Representación de los rangos de importancia ambiental en el método Conesa.

4.5 Metodología para la formulación del plan de manejo

Para la elaboración del plan de manejo ambiental, luego de haber realizado la selección de los impactos más significativos escogidos gracias a las metodologías anteriormente plasmadas en este documento, primero se crearon los objetivos del plan de manejo ambiental, estos buscan de determinar las medidas con las cuales se pretende minimizar o mitigar el efecto de los impactos negativos y potencializar o maximizar los efectos de los impactos positivos que se dan gracias a la ejecución del proyecto, todas estas medidas fueron escogidas gracias a las visitas de campo desarrolladas a lo largo de la práctica profesional y por las sugerencias dadas por parte del equipo técnico de la secretaría de infraestructura y la comunidad, de igual forma se realizó una revisión bibliográfica y de las regulaciones que rigen este tipo de actividades.

Una vez escogidas las medidas para cada impacto, se crearon algunos proyectos, estos a su vez se agruparon en programas. Al determinar los programas y proyectos del plan de manejo ambiental se definen que medidas se incluirán en estos y que impactos se logran minimizar o maximizar gracias al desarrollo de estos.

5. Resultados y análisis de resultados

5.1 Área de influencia

Para identificar el área de influencia se utilizó la metodología de Olaya (2003, 253-268).

$$A_H = A_1UA_2UA_3UA_5UA_6UA_7UA_{10}U \quad (5.1)$$

Donde

A_H = Comprende el área urbana de la ciudad de Neiva en las cual se lleva a cabo el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del huila. Durante los 6 meses de prácticas desde el 1 de febrero de 2022 hasta el 30 de julio del mismo año

A_1 = Área de las vías de la zona urbana de la ciudad de Neiva en las cuales se llevará a cabo el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial, principalmente las vías que se encuentran pavimentada y en mal estado, ya que estas son las que se intervienen.

A_2 = Área de residencia de los usuarios frecuentes de las vías de la ciudad de Neiva esto comprende las viviendas que conforman las 10 comunas y 117 barrios de la ciudad.

A_3 = Área de las zonas verdes cercanas a la malla vial y que están ubicadas dentro de la zona urbana de la ciudad de Neiva. Estas zonas verdes dentro del área urbana de Neiva proporcionan a los residentes espacios para el esparcimiento, la actividad física y la conexión con la naturaleza en medio del entorno urbano. Además, contribuyen a la calidad de vida de la población y promueven un ambiente más saludable en la ciudad.

A_5 = Área de los cuerpos de agua que atraviesan la zona urbana de la ciudad de Neiva como lo son el Rio las Ceibas, Rio del oro, Rio Neiva, Quebrada el venado, Quebrada la Toma, los cuales desembocan en el rio magdalena. Estos afluentes son incluidos dentro del área de la influencia ya que al presentarse precipitaciones los desechos sólidos y derivados del petróleo utilizados en las diferentes actividades de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial son arrastrados hacia ellos.

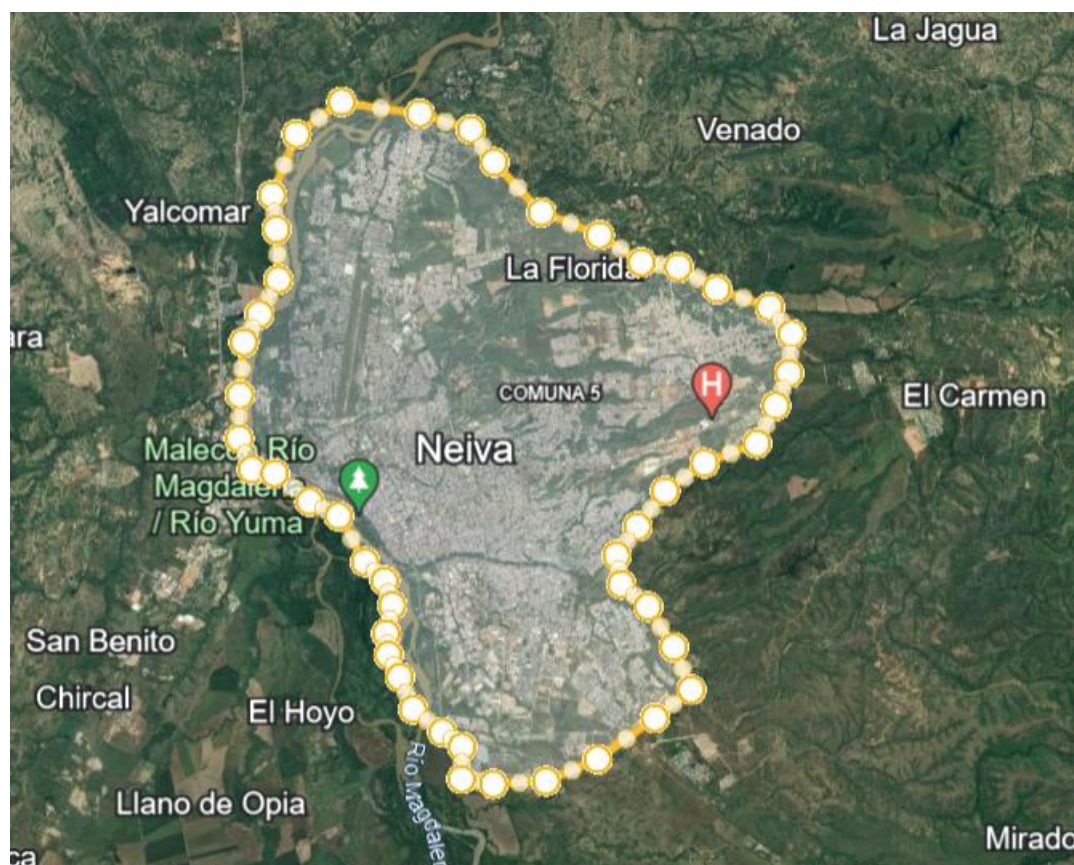


Figura 5-1: Zona de influencia del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del huila. Tomada de (Google Earth, 2023) y editada por el autor

5.2 Aspectos ambientales del área de influencia del proyecto

5.2.1 Lluvias, Temperatura y Humedad relativa

Según el IDEAM en su documento “CARÁCTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE CIUDADES PRINCIPALES Y MUNICIPIOS TURÍSTICOS” del año 2022. “El clima de Neiva es cálido – seco. El promedio de lluvia total anual es de 1346 milímetro. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. Los meses de junio, julio y agosto, son los más secos del año. Las temporadas de lluvia se extienden desde febrero hasta finales de abril y de octubre a diciembre. A principios de año se presenta una disminución de lluvias en enero, tras lo cual, nuevamente comienzan a incrementarse. En los meses secos de mediados de año, llueve entre 6 y 10 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover de 15 a 17 días/mes.

La temperatura promedio es de 27 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 32 y 35°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 22 y 23°C. El sol brilla cerca de 5 horas diarias en los meses lluviosos y, pero en los meses secos, la insolación llega a 6 horas diarias/día.

La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 54 y 74 %, siendo mayor en la época lluviosa del segundo semestre.”

5.2.2 Geología y geomorfología

El geólogo Roberto Vargas Cuervo, profesor de la Universidad Surcolombiana en su artículo publicado en el año 2001 en la revista ingeniería y región “GEOMORFOLOGÍA Y AMENAZAS GEOLOGICAS DEL MUNICIPIO DE NEIVA” plantea *“El municipio de Neiva se localiza en el margen nororiental de la llamada subcuenca de Neiva y dentro de su perímetro rural y urbano se encuentra aflorado rocas volcanosedimentarias pertenecientes a la formación Gigante y depósitos cuaternarios y reciente de origen aluvial y coluvial.”*

Además, determina tres unidades de relieve, las cuales describe de la siguiente forma:

Unidad de relieve colinado o lomerío: Se manifiesta en forma de colinas formadas por pequeños escarpes asociados al sector nororiental de la ciudad, formados por las quebradas el Venado, la Toma, y río las Ceibas. Al suroriente está compuesta por lomas redondeadas como lo es en el sector de Peñón Redondo y Cerro de la Cruz.

Unidad de piedemonte coluvial: Esta unidad se muestra en forma de franjas alargadas, recubriendo depósitos de la formación Gigante, se presenta en la zona centro oriental y suroriental de la ciudad, en las planicies de los barrios Buganviles, el Vergel, la planicie de Ipanema, Cada de Campo, la planicie de la Toma.

Unidad de valle aluvial: Ocupa la mayor parte del municipio de Neiva en forma de cuerpos tubulares semiplanos, originadas por la actividad fluvial de los ríos Magdalena, el Oro, Las ceibas y algunas quebradas como la del Venado y la Toma.

5.2.3 Fuentes hídricas

En el informe sobre el estado de los recursos naturales en el municipio de Neiva entregado en el año 2014 por la Contraloría Municipal de Neiva, se identifican 31 fuentes hídricas en la zona urbana de la ciudad, relacionadas en el cuadro 5-1, estas tienen una longitud total de 73.403,06 metros. En la tabla que se muestra a continuación se relacionan

cada una de estas con su longitud y su distribución físico espacial mediante 3 unidades de Planificación zonal (UPZ): La Toma, Las ceibas, del oro.

No.	TIPO	NOMBRE	LOCALIZACION POR UPZ	LONGITUD (MTS)
1	QUEBRADA	CHAPARRO	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	3.373,69
2	QUEBRADA	AVICHENTE	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	4.396,49
3	QUEBRADA	TENERIFE-CHUNCHE	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	1.392,41
4	QUEBRADA	ACUEDUCTO	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	533,83
5	QUEBRADA	PERDIZ	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	400,16
6	QUEBRADA	CURIBANO	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	1.651,06
7	QUEBRADA	TOMA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	7.192,56
8	QUEBRADA	CURIBANITO	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	
9	QUEBRADA	JABONERA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	1.909,64
10	QUEBRADA	CABUYA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	4.106,52
11	QUEBRADA	CRISTALINA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	625,97
12	QUEBRADA	ACEITE O ZANJA HONDA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	2.556,93
13	QUEBRADA	SANTA TERESA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	896,06
14	QUEBRADA	TORCAZA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	4.940,66
15	QUEBRADA	ZANJA SECA	UPZ LA TOMA (ORIENTE)	936,41
16	QUEBRADA	LIMONAR	UPZ RIO DEL ORO (SUR)	1.076,11
17	QUEBRADA	PASO ANCHO	UPZ RIO DEL ORO (SUR)	1.760,59
18	QUEBRADA	MATAMUNDO	UPZ RIO DEL ORO (SUR)	6.137,21
19	QUEBRADA	CARPETA	UPZ RIO DEL ORO (SUR)	3.308,04
20	QUEBRADA	BARRIOLOSA/FRAGUA	UPZ RIO DEL ORO (SUR)	2.569,20
21	QUEBRADA	MIRAFLORES	UPZ RIO DEL ORO (SUR)	1.141,70
22	QUEBRADA	SANTA ROSA	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	1.164,23
23	QUEBRADA	PACOLANDIA	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	375,93
24	QUEBRADA	VENADO	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	4.512,74
25	QUEBRADA	MAMPUESTO	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	4.539,54
26	QUEBRADA	VILLA COLOMBIA	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	765,37
27	QUEBRADA	YALCON	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	789,48
28	QUEBRADA	COCLY	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	3.609,58
29	QUEBRADA	CUCARACHA	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	2.001,35
30	QUEBRADA	CUCARACHA-AEROPUERTO	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	4.282,94
31	QUEBRADA	CARLOS PIZARRO	UPZ LAS CEIBAS (NORTE)	456,67
TOTAL				73.403,06

Cuadro 5-1: Listado de fuentes hídricas del área urbana de la ciudad de Neiva. Tomado de (Contraloría Municipal de Neiva, 2014).

5.2.4 Calidad del aire

La ciudad cuenta con 3 estaciones de medición de calidad del aire. La primera ubicada en la universidad Corhuila sede Prado Alto, una segunda estación se ubica en la sede de la CAM y la última en la alcaldía de Neiva

Durante el año 2022 se hicieron un total de 241 mediciones del contaminante PM10 (Material particulado de 10 micras) dando en promedio de 28 microgramos por metro cúbico, reflejando una buena condición en la calidad del aire. Ya que la concentración diaria no superó el nivel máximo permisible ni el nivel recomendado por la organización mundial de la salud de 75 microgramos por metro cúbico. Esto convierte a la ciudad de Neiva en una de las ciudades con el aire más puro de Colombia. (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2023).

5.2.5 Flora

Neiva cuenta con una variedad de árboles, arbustos y pastos que proporcionan sombra y ornamentación a lo largo de sus calles, avenidas, parques. Entre las especies nativas como introducidas más comunes de árboles que se encuentran en la ciudad tenemos la acacia forrajera, el pomo roso, el almendro, el Chicalá, el guásimo y el caucho. Los arbustos y hierbas usualmente son usadas como ornamentales en los jardines de las casas, parques, separadores, dando belleza y armonía a estos. (Molina Prieto, 2008)

Es importante destacar que la vegetación en la ciudad de Neiva es influenciada por las estaciones climáticas, con un período de lluvias y un período seco, lo que puede afectar la apariencia y la actividad de la flora en diferentes momentos del año. La preservación de la flora local y la promoción de áreas verdes son fundamentales para mantener un entorno saludable y agradable para los habitantes de la ciudad.

5.2.6 Fauna

Es hogar de una gran variedad de aves, algunas de las cuales son migratorias y otras residentes; podemos encontrar reptiles y anfibios, los cuales se establecen en las zonas verdes y bosques de la ciudad; existe también fauna doméstica propiedad de los habitantes del área de influencia; insectos y mariposas los cuales son favorecidos por la diversidad de hábitats en la ciudad y peces los cuales residen en los diferentes afluentes de la capital Huilense. Sin embargo, el municipio de Neiva no ha adelantado estudios relacionados específicamente con el conocimiento e identificación de las especies de fauna que habitan o utilizan su territorio para su supervivencia. (TRANSFEDERAL, 2015)}

5.3 Identificación y selección de los impactos ambientales significativos

Aplicando el método de la matriz de Leopold (Cuadro 5-2). Se lograron identificar 8 impactos positivos y 15 impactos negativos (Cuadro 5-3). se seleccionaron 12 impactos, 4 positivos y 7 negativos según el criterio escogido como se muestra en el cuadro 5-4.

M = MAGNITUD I = IMPORTANCIA Convenciones M I ESCALA DE + (-1 a 10)			MATRIZ DE LEOPOLD															RESUMEN					
			Fase Preliminar		Preparación de la zona a intervenir				Construcción del parche				Fase de entrega y retiro					NUMERO CUADRICULAS		VALORES EXTREMOS		GRADO DE AFECTACION	
					Cargue y transporte de la mezcla asfáltica	Transporte de maquinaria al lugar de trabajo	Control de tránsito	Corte y excavación de carpeta asfáltica	Limpieza de la zona a intervenir	Cargue de escombros provenientes de la excavación	Riego de emulsión asfáltica	Descargue de la mezcla asfáltica	Relleno y nivelación del parche	Compactación	Limpieza de residuos en la zona intervenida	Limpieza de maquinaria y herramientas utilizadas	Apertura del tránsito	Disposición final de residuos	Transporte de maquinaria al parqueadero	POSITIVO	NEGATIVO		TOTAL
			1	2																			
ABIÓTICO	SUELO	Residuos	-1			-8	4	7		-2	-2		6	-2		-8		3	6	9	6		8
		Calidad		1			6	1	3		1	5		6	1		6				x	6	2
	AGUA	Calidad				-3	4	4	-5	-3			3		5		3	0	4	4		3	
		Calidad				4	1	3	4	4			4	1	4		4	3	5	8	4	5	1
	AIRE	Calidad		-5			-7	-4				-5	-7		6		-5	1	6	7	6	7	1
			3			4	4					3	4		4		3				4		
BIÓTICO	FLORA	Cobertura vegetal				-2			-3				-3				0	3	3	x	3	3	
					2				2				2								2		
PERCEPTUAL	Temperatura								-4								0	2	2	x	4	3	
	Ruido		-1	-1	-7					1	1						-1				7	1	
	Paisaje		1	1		4						-7	1					0	5	5	x	4	1
	Vibraciones					-4		1					2			-8		0	3	3	x	8	3
													2			3					3		
												-5						0	1	1	x	5	3
													1								1		
SEGURIDAD VIAL	Seguridad vial		-2	-9	-3									9		-9		1	4	5	9	9	1
	Movilidad		4	5	4									7			5				7	5	1
	Actividades económicas			-2	-8										8		-2	1	3	4	8	8	1
				4	4									7							7	4	1
						-5		-1	-1					3			1	3	4	3	5	1	
				2			2	2						4							4	2	
VALOR EXTREMOS	MAYOR VALOR +		x	x	x	x	4	7	x	x	x	x	6	9	8	8	9	AUTORES : Edgar Pedreros Camacho					
	MAYOR VALOR -	2	9	8	8	7	4	5	4	4	7	7	5	7	7	6	5						
			4	5	4	6	4	4	4	1	1	1	4	4	x	x	x						
NUMERO CUADRICUL	POSITIVO		0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	3	1	3	0	0	INSTITUCION: Universidad Surcolombiana					
	NEGATIVO	3	4	4	4	2	2	3	3	2	4	1	4	0	4	4							
	TOTAL	3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	4	4	5	3	4	4						
GRADO DE AFECTACIÓN			2	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	1	2	1	1	AÑO: 2023					

Cuadro 5-2 Matriz de Leopold. Adaptado de (Olaya Amaya, 2003)

Factores, obras e impactos		1°	2°	3°
Factores ambientales del ADI		- Residuos - Calidad del agua - Calidad del aire - Seguridad vial - Movilidad - Ruido	- Calidad del suelo - Actividades económicas	- Cobertura vegetal - Temperatura - Paisaje - Vibraciones
Obras y actividades del proyecto		- Transporte de maquinaria al lugar de trabajo - Control de tránsito - Corte y excavación de carpeta asfáltica - Limpieza de la zona a intervenir - Limpieza de la maquinaria y herramientas utilizadas - Disposición final de residuos - Transporte de la maquinaria al parqueadero	- Cargue y transporte de la mezcla asfáltica - Cargue de escombros provenientes de la excavación - Riego de la emulsión asfáltica - Compactación - Apertura del tránsito	- Descargue de la mezcla asfáltica - Relleno y nivelación del parche
Impactos	Positivos	- Disminución de la accidentalidad vial - Mejora en la movilidad - Reducción en las emisiones de los vehículos (CO₂) - Aumento de las actividades comerciales	- Generación de empleo - Mejora a la accesibilidad a las zonas intervenidas - Disminución del polvo en la zona intervenida	- Incremento de la calidad del paisaje urbano
	Negativos	- Generación de residuos sólidos (Asfalto, concreto) - Incremento de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en los cuerpos de agua por derrame de materiales (Emulsión asfáltica, ACPM, asfalto, concreto) - Incremento del polvo en la zona durante las labores de mantenimiento - Incremento de las emisiones de CO₂ emitida por la maquinaria utilizada durante las labores de mantenimiento - Incremento de la congestión vehicular por los cierres viales temporales - Alto riesgo de accidentes de tránsito por los cierres viales y transporte de maquinaria - Incremento en los niveles de ruido emitido por la maquinaria durante las labores de mantenimiento	- Disminución en las actividades comerciales por cierres viales temporales - Incremento en la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en el suelo - Aumento en la compactación del suelo - Incremento en el riesgo de daños a las viviendas aledañas por las labores de mantenimiento vial	- Disminución de la cobertura vegetal - Incremento en la temperatura durante las labores de mantenimiento (Asfalto en caliente) - Disminución de la calidad del paisaje durante las labores de mantenimiento - Incremento de las vibraciones en el terreno
Criterio para la preselección de impactos: Se seleccionaron los impactos de primer orden				

Cuadro 5-3: Clasificación de obras, factores ambientales e impactos según el grado de afectación en la matriz de Leopold. Adaptado de (Olaya Amaya, 2003)

IMPACTOS NEGATIVOS
Generación de residuos sólidos
Incremento de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en los cuerpos de agua
Incremento del polvo en la zona
Incremento en las emisiones de CO ₂
Incremento de la congestión vehicular
Incremento en el riesgo de accidentes de tránsito
Incremento en los niveles de ruido
IMPACTOS POSITIVOS
Disminución de la accidentabilidad vial
Mejora en la movilidad
Reducción en las emisiones de los vehículos
Incremento en las actividades comerciales

Cuadro 5-4: Impactos seleccionados por el método de la matriz de Leopold. Adaptado de (Giraldo, 2010)

Al desarrollar el análisis del proyecto por el método de redes (Figura 5-2) se identificaron 21 impactos ambientales, los cuales se analizan en el cuadro 5-5. Con su respectiva influencia, grado de generación y orden de importancia, teniendo en cuenta el criterio de selección, se eligieron 8 impactos, 7 negativos y 1 positivo plasmados en el cuadro 5-6.

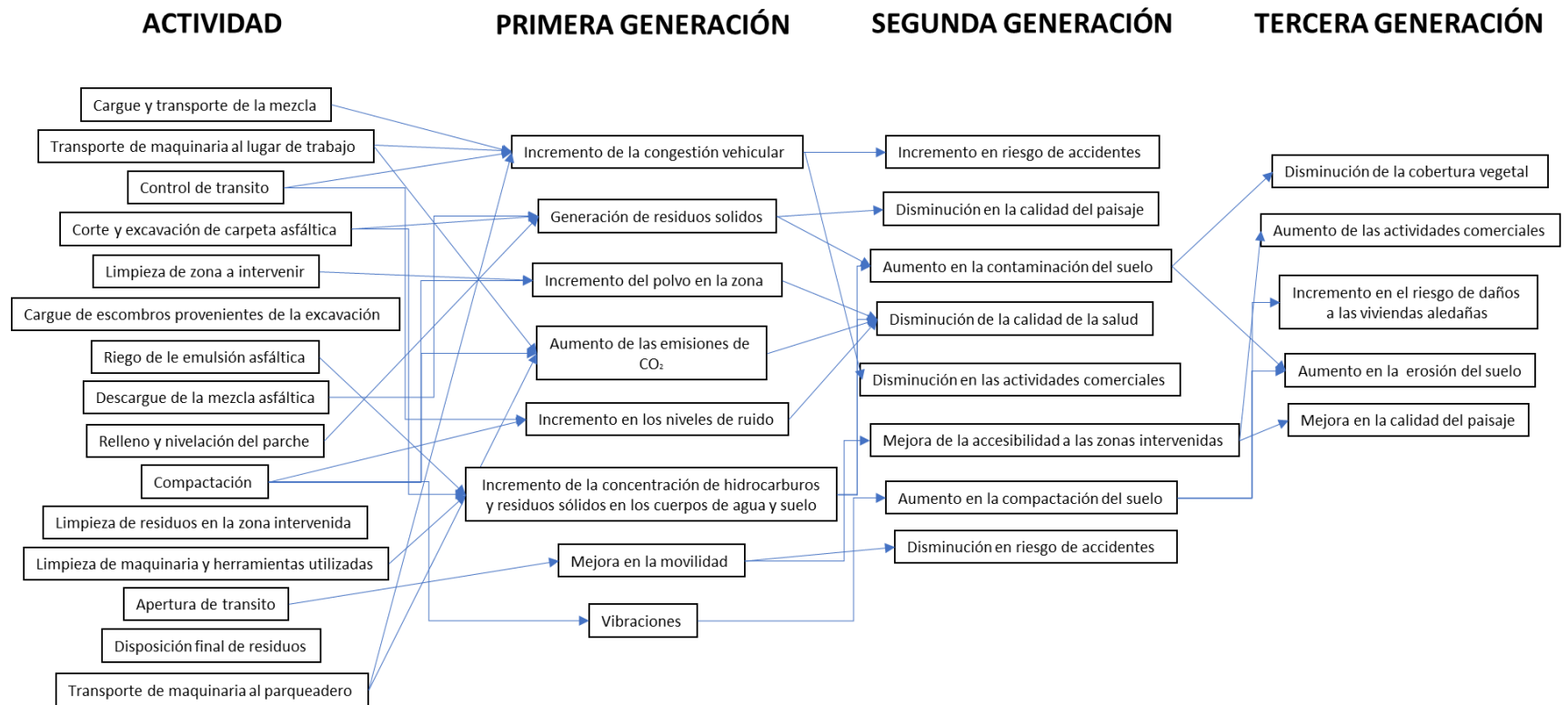


Figura 5-2: diagrama de redes. Adaptado de (López, 2013)

IMPACTOS	Grado de Generación (G)	Grado de Influencia (I)	Puntaje total (T=G+I)	Orden de importancia	Impactos seleccionados
Mejora en la calidad del paisaje	3	2	3	3	
Disminución en riesgo de accidentes	2	2	4	2	
Incremento en las vibraciones en el terreno	1	2	5	1	x
Mejora en la movilidad	1	3	6	1	x
Aumento en la erosión del suelo	3	2	3	3	
Aumento en la compactación del suelo	2	2	4	2	
Incremento en la congestión Vehicular	1	3	6	1	x
Incremento en el riesgo de accidentes	2	2	4	2	
Disminución en la cobertura vegetal	3	1	2	3	
Disminución en la calidad del paisaje	2	2	4	2	
Generación de residuos solidos	1	3	6	1	x
Aumento en la contaminación del suelo	2	2	4	2	
Incremento del polvo en la zona	1	3	6	1	x
Incremento en el riesgo de daños a las viviendas aledañas	3	2	3	3	
Aumento en las actividades comerciales	3	2	3	3	
Aumento de las emisiones de CO2	1	2	5	1	x
Incremento en los niveles de ruido	1	2	5	1	x
Disminución en las actividades comerciales	2	2	4	2	
Incremento en la concentración de hidrocarburos en y residuos sólidos en los cuerpos de agua y suelo	1	2	5	1	x
Mejora de la accesibilidad a las zonas intervenidas	2	2	4	2	
Disminución de la calidad de la salud	2	2	4	2	
Criterios de selección de impactos: Todos los impactos de primer orden de importancia					

Cuadro 5-5: Calificación y selección de impactos por el método de redes. Adaptado de (López, 2013)

IMPACTOS NEGATIVOS	
Generación de residuos sólidos	
Incremento de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en los cuerpos de agua	
Incremento del polvo en la zona	
Incremento en las emisiones de CO ₂	
Incremento de la congestión vehicular	
Incremento en los niveles de ruido	
Incremento de las vibraciones en el terreno	
IMPACTOS POSITIVOS	
Mejora en la movilidad	

Cuadro 5-6: Impactos seleccionados por el método de diagrama de redes. Adaptado de (Giraldo, 2010)

Finalmente, en el cuadro 5-7, encontramos los impactos seleccionados los cuales se estudiaron durante esta investigación, fueron los impactos de primer orden en cada una de las metodologías plasmadas anteriormente, dando como resultado 8 impactos negativos y 4 positivos.

IMPACTOS NEGATIVOS	
INH	NOMBRE
IN1	Generación de residuos sólidos
IN2	Incremento de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en los cuerpos de agua
IN3	Incremento del polvo en la zona
IN4	Incremento en las emisiones de CO ₂
IN5	Incremento de la congestión vehicular
IN6	Incremento en el riesgo de accidentes de tránsito
IN7	Incremento en los niveles de ruido
IN8	Incremento de las vibraciones en el terreno
IMPACTOS POSITIVOS	
IPH	NOMBRE
IP1	Disminución de la accidentabilidad vial
IP2	Mejora en la movilidad
IP3	Reducción en las emisiones de los vehículos
IP4	Incremento en las actividades comerciales

Cuadro 5-7: Impactos seleccionados y estudiados. Adaptado de (Giraldo, 2010)

Los nombres de cada uno de los impactos anteriormente expuestos fueron consultados en el listado de impactos ambientales específicos, sugerida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2021).

5.4 Comparación de los escenarios ambientales en el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila

Al aplicar el método de arboleda o EPM (Cuadro 5-8) y la metodología Conesa simplificada (Cuadro 5-) considerando los impactos negativos se observa que el escenario más favorable para el medio ambiente es el que representa antes de realizar la intervención (sin proyecto) y para lo que tiene que ver con los impactos positivos el escenario más conveniente para el entorno es la aplicación del plan de manejo ambiental (PMA), es por eso que se deben aplicar cada uno de los proyectos, programas y medidas planteadas en el plan de manejo ambiental con el fin de minimizar o mitigar cada uno de los impactos negativos y maximiza los impactos que favorecen el entorno en el cual se realiza el proyecto, en este caso el área urbana de la ciudad de Neiva. Resumen el cuadro 5-10.

IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS																							
IMPACTO AMBIENTAL	CLASE (C)			PRESENCIA (P)			a	EVOLUCIÓN			MAGNITUD (M)			b	DURACIÓN (D)			CALIFICACION AMBIENTAL (CA)			IMPORTANCIA AMBIENTAL (IA)		
	SP	P	PMA	SP	P	PMA		SP	P	PMA	SP	P	PMA		SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA
IP ₁	1	1	1	0,1	0,7	0,7	7	0,2	0,7	0,9	0	0,8	0,9	3	0	0,7	1	0	4,214	6,069	MB	ME	AL
IP ₂	1	1	1	0,1	0,7	1	7	0,2	0,8	1	0	0,9	1	3	0	0,7	1	0	4,998	10	MB	ME	MA
IP ₃	1	1	1	0,1	0,7	0,7	7	0	0,4	0,6	0	0,6	0,8	3	0	0,4	0,8	0	2,016	4,032	MB	BA	ME
IP ₄	1	1	1	0,1	0,3	0,7	7	0,3	0,5	0,8	0	0,4	0,8	3	0	0,3	0,9	0	0,69	5,026	MB	MB	ME
Nivel de importancia																		1	2	3			
IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS																							
IMPACTO AMBIENTAL	CLASE (C)			PRESENCIA (P)			a	EVOLUCIÓN			MAGNITUD (M)			b	DURACIÓN (D)			CALIFICACION AMBIENTAL (CA)			IMPORTANCIA AMBIENTAL (IA)		
	SP	P	PMA	SP	P	PMA		SP	P	PMA	SP	P	PMA		SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA
IN ₁	-1	-1	-1	0	1	0,7	7	0	1	0,8	0	1	0,3	3	0	1	0,6	0	-10	-2,436	MB	MA	BA
IN ₂	-1	-1	-1	0,1	0,7	0,3	7	0	1	0,9	0	0,8	0,5	3	0	0,4	0	0	-4,76	-0,945	MB	ME	MB
IN ₃	-1	-1	-1	0,3	1	0,3	7	0	0,9	0,9	0	0,9	0,4	3	0	0,4	0	0	-6,87	-0,756	MB	AL	MB
IN ₄	-1	-1	-1	0,7	1	0,3	7	0	0,8	0,8	0	0,7	0,4	3	0	0,1	0,1	0	-4,22	-0,762	MB	ME	MB
IN ₅	-1	-1	-1	0,1	1	0,3	7	0	1	1	0	0,8	0,5	3	0	0,1	0,1	0	-5,9	-1,14	MB	ME	MB
IN ₆	-1	-1	-1	0,3	1	0,3	7	0	1	0,9	0	0,8	0,5	3	0	0,1	0,1	0	-5,9	-1,035	MB	ME	MB
IN ₇	-1	-1	-1	0,3	0,7	0,3	7	0	0,9	0,8	0	0,9	0,4	3	0	0,1	0,1	0	-4,179	-0,762	MB	ME	MB
IN ₈	-1	-1	-1	0,1	1	0,7	7	0	0,9	0,9	0	0,9	0,3	3	0	0,1	0,1	0	-5,97	-1,533	MB	ME	MB
Nivel de importancia																		1	3	1			

Cuadro 5-8: Evaluación y comparación de escenarios según el método Arboleda o EPM. Adaptado de (Giraldo, 2010)

IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS																																		
IMPACTO AMBIENTAL	NAT	INTENSIDAD (IN)			EXTENSIÓN (EX)			MOMENTO (MO)			PERSISTENCIA (PE)			REVERSIBILIDAD (RV)			SINERGIA (SI)			ACUMULACIÓN (AC)			EFECTO (EF)			PERIODICIDAD (PR)			RECUPERABILIDAD			IMPORTANCIA (I)		
		SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA			
IP1	+	0	5	8	0	3	7	0	3	4	0	3	4	0	2	3	0	2	3	0	1	1	0	4	4	0	4	4	0	2	8	0	42	69
IP2	+	0	6	8	0	3	7	0	3	4	0	3	4	0	2	3	0	2	3	0	1	1	0	4	4	0	4	4	0	2	8	0	45	69
IP3	+	0	5	7	0	2	4	0	2	2	0	2	4	0	3	3	0	2	3	0	4	4	0	1	1	0	4	4	0	4	4	0	41	54
IP4	+	0	2	7	0	1	6	0	1	2	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	2	0	1	4	0	1	4	0	2	2	0	18	61
Nivel de importancia																									1	2	3							
IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS																																		
IMPACTO AMBIENTAL	NAT	INTENSIDAD (IN)			EXTENSIÓN (EX)			MOMENTO (MO)			PERSISTENCIA (PE)			REVERSIBILIDAD (RV)			SINERGIA (SI)			ACUMULACIÓN (AC)			EFECTO (EF)			PERIODICIDAD (PR)			RECUPERABILIDAD			IMPORTANCIA (I)		
		SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA	SP	P	PMA			
IP1	-	0	9	4	0	6	3	0	4	3	0	4	2	0	4	2	0	4	2	0	4	1	0	4	4	0	4	2	0	8	4	0	75	38
IP2	-	0	7	2	0	6	2	0	3	3	0	2	1	0	2	1	0	3	1	0	4	1	0	4	4	0	2	1	0	4	2	0	57	24
IP3	-	0	8	2	0	4	1	0	4	2	0	2	1	0	2	1	0	3	2	0	1	1	0	4	4	0	2	1	0	2	1	0	52	21
IP4	-	0	5	3	0	6	4	0	3	2	0	2	2	0	2	1	0	4	2	0	4	4	0	1	1	0	4	2	0	4	2	0	51	33
IP5	-	0	9	5	0	7	3	0	4	4	0	2	1	0	2	1	0	2	2	0	1	1	0	4	4	0	2	1	0	2	2	0	60	37
IP6	-	0	9	5	0	7	3	0	4	4	0	2	1	0	2	1	0	2	2	0	1	1	0	4	4	0	2	1	0	2	2	0	60	37
IP7	-	0	7	3	0	3	1	0	4	4	0	2	1	0	2	1	0	2	2	0	1	1	0	4	4	0	2	1	0	4	1	0	48	26
IP8	-	0	7	3	0	3	2	0	4	4	0	2	1	0	2	1	0	2	2	0	1	1	0	4	4	0	2	1	0	4	1	0	48	28
Nivel de importancia																									1	3	2							

Cuadro 5-9: Evaluación y comparación de escenarios según el método Conesa simplificado. Adaptado de (Arboleda González, 2008)

IMPACTOS POSITIVOS			
Escenario ambiental	Método EPM o Arboleda	Método Conesa simplificado	Con los dos métodos
Sin proyecto	1	1	1
Con proyecto	2	2	2
Aplicando el Plan de manejo ambiental	3	3	3
IMPACTOS NEGATIVOS			
Escenario ambiental	Método EPM o Arboleda	Método Conesa simplificado	Con los dos métodos
Sin proyecto	1	1	1
Con proyecto	3	3	3
Aplicando el Plan de manejo ambiental	1	2	2

Cuadro 5-10: Viabilidad del proyecto. Adaptado de (Giraldo, 2010)

5.5 Descripción de los impactos

A continuación, se presentan y definen los impactos ambientales seleccionados, derivados de las actividades del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

5.5.1 Descripción de los impactos ambientales positivos

5.5.1.1 Disminución de la accidentabilidad vial (IP1)

El mantenimiento y rehabilitación de vías, implica la eliminación de baches, grietas y otros defectos que pueden aumentar la accidentabilidad vial. Una superficie de carretera más suave y uniforme reduce la probabilidad de accidentes causados por la pérdida de control de los vehículos. Al eliminar estos obstáculos se pueden reducir los tiempos de viajes, permitiendo una conducción más segura y eficiente, reduciendo el estrés y el riesgo de accidentes producidos por la congestión.

5.5.1.2 Mejora en la movilidad (IP2)

Al realizar un mantenimiento adecuado a las vías puede resultar en tiempos de viajes más cortos, ya que los conductores pueden circular a velocidades altas y constantes, no tienen que sortear baches o irregularidades, mejorando así la calidad de vida de las personas que transitan por el sector. La rehabilitación de carreteras puede alentar a las personas a planificar sus viajes de manera más eficiente, evitando desplazamientos innecesarios o programando rutas más cortas y directas

5.5.1.3 Reducción en las emisiones de los vehículos (IP3)

Una carretera en mejor estado reduce la resistencia al rodamiento de los vehículos, lo que significa que los motores tienen que trabajar menos para mantener la velocidad y la eficiencia de combustible. Como resultado, los vehículos tienden a emitir menos dióxido de carbono (CO₂) y otros contaminantes atmosféricos. La rehabilitación y el mantenimiento de vías a menudo se realizan con el objetivo de mejorar la capacidad vial y reducir la congestión del tráfico. Menos congestionamiento significa que los vehículos pueden moverse de manera más fluida y eficiente, lo que disminuye las emisiones producidas en el tráfico detenido o a velocidades muy bajas, donde los motores son menos eficientes.

5.5.1.4 Incremento en las actividades comerciales (IP4)

La rehabilitación y el mantenimiento de vías pueden mejorar el acceso a áreas comerciales y centros urbanos al garantizar una infraestructura vial en buen estado. Esto facilita el flujo de vehículos y personas hacia tiendas, restaurantes, empresas y otros establecimientos comerciales. La inversión en infraestructura vial de calidad puede atraer la atención de empresas e inversores que buscan ubicaciones estratégicas para sus operaciones. Esto puede llevar a la creación de nuevas empresas y empleos en la zona.

5.5.2 Descripción de los impactos ambientales negativos

5.5.2.1 Generación de residuos sólidos (IN1)

En el mantenimiento y rehabilitación de vías la generación de residuos sólidos es un impacto ambiental significativo, durante este proceso se retira la capa del asfalto deteriorada o dañada de la vía a intervenir, estos usualmente contienen materiales como grava, arena y productos derivados del petróleo. Los cuales, si no cuentan con una disposición correcta, tienen un impacto negativo en el medio ambiente. A menudo estos residuos son transportados a vertederos, lo que puede llenar rápidamente estos lugares y contribuir a la acumulación de residuos sólidos.

5.5.2.2 Incremento de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en los cuerpos de agua (IN2)

Durante de las labores de mantenimiento y rehabilitación de vías en la ciudad de Neiva se utilizan materiales como el asfalto caliente y la emulsión asfáltica, el cual contiene sustancias derivadas del petróleo (hidrocarburos), los cuales, cuando se presentan lluvias,

son transportados por el agua hacia los sistemas de drenaje, y finalmente a cuerpos de aguas cercanos. Este tipo de contaminación perturba el equilibrio del ecosistema acuático, afectando negativamente a las diferentes especies que habitan allí, incluyendo, peces, invertebrados y plantas, provocando daños en la cadena alimenticia y biodiversidad. De igual forma, si los cuerpos de agua afectados se utilizan para abastecer de agua potable a la comunidad, puede representar un riesgo para la salud pública.

5.5.2.3 Incremento del polvo en la zona (IN3)

Este impacto afecta especialmente a las comunidades cercanas y el entorno circundante a la zona en la cual se hace la intervención, usualmente en las actividades que más pueden generar polvo es en la demolición del pavimento, preparación de la zona a intervenir, cargue de escombros provenientes de la excavación y compactación. La inhalación de partículas de polvo puede traer problemas de salud, especialmente para personas con enfermedades pulmonares como el asma, también se pueden generar problemas respiratorios temporales como inflamación de las vías respiratorias y congestión nasal. Además, puede generar incomodidad a la comunidad, ya que el polvo se puede depositar en las superficies de las viviendas, requiriendo una limpieza adicional, afectando así la calidad de vida.

5.5.2.4 Incremento en las emisiones de CO₂ (IN4)

Para realizar el mantenimiento y rehabilitación de vías es necesario utilizar maquinaria pesada como asfaltadoras, retroexcavadoras, volquetas, vibro compactadores, estos funcionan con motores de combustión que queman combustibles, como la gasolina y el diésel, liberando así CO₂ a la atmosfera, este actúa como gas de efecto invernadero, provocando el aumento de la temperatura en la superficie terrestre

5.5.2.5 Incremento de la congestión vehicular (IN5)

Los trabajos de rehabilitación y mantenimientos de vías usualmente requieren el cierre de la carretera que se va a intervenir, esto genera molestia en los conductores y usuarios que transitan por la zona, dadas las circunstancias anteriores deben tomar desvíos o vías alternas produciendo un aumento en el tiempo de viaje y posiblemente retrasos al llegar a su lugar de destino, llegar tarde al trabajo o a otras citas, lo que puede resultar en pérdidas de productividad y oportunidades económicas. Los residentes de las zonas aledañas a la intervención también se pueden ver afectado, puesto que pueden experimentar una mayor incomodidad debido al ruido y la congestión. Produciendo estrés y afectando negativamente la calidad de vida.

5.5.2.6 Incremento en el riesgo de accidentes de tránsito (IN6)

Debido a los cierres viales y el transporte de la maquinaria pesada hacia el lugar de trabajo se presenta un incremento sustancial en el riesgo de accidentes de tránsito, las rutas alternas por los cierres viales pueden ser menos seguras debido a la falta de familiaridad de los conductores con estas y la posibilidad de condiciones de tráfico inusuales. De igual forma, gracias a la congestión y el tráfico lento en la zona de trabajo y por las vías que transitará la maquinaria, los conductores pueden volverse impacientes y experimentar altos niveles de frustración, lo que puede llevar a comportamientos riesgosos como el exceso de velocidad, las maniobras bruscas y el incumplimiento de las normas de tráfico.

5.5.2.7 Incremento en los niveles de ruido (IN7)

Las actividades realizadas en el mantenimiento y rehabilitación de vías en su mayoría generan ruidos fuertes, lo que puede tener efectos negativos en el entorno y la calidad de vida de las personas cercanas. Al utilizar maquinaria pesada, que operan con motores ruidosos, el funcionamiento constante de esta genera ruidos significativos. Asimismo, al haber tráfico lento debido a los cierres viales, muchos conductores utilizan el claxon de sus vehículos constantemente aumentando así aún más los niveles de ruido. En las actividades de demolición del pavimento también usualmente se utilizan martillos neumáticos o cortadoras, las cuales también generan un ruido considerable. El ruido constante y elevado puede ser molesto para las personas que viven o trabajan cerca de la zona de obras, esto puede representar efectos perjudiciales para la salud, incluyendo, estrés y problemas de audición, lo que afecta considerablemente su calidad de vida.

5.5.2.8 Incremento de las vibraciones en el terreno (IN8)

El incremento en las vibraciones del terreno se da principalmente por el uso de maquinaria pesada como vibro compactadores, retroexcavadoras y volquetas utilizadas en las labores de mantenimiento y rehabilitación de vías, también ocurre por el tráfico de vehículos pesados en y alrededor de la zona de intervención, estas vibraciones pueden afectar de manera significativa las viviendas, edificios y obras de infraestructuras cercanas, generando grietas en las paredes, placas o cimientos. Se pueden presentar molestias en las personas que residen o pasan por el sector ya que las vibraciones pueden ser percibidas como ruidos y movimientos no deseados, lo que puede afectar la calidad de vida de la comunidad. También se pueden tener impactos en el entorno natural, como afectar a la fauna y flora locales, alterar los cuerpos de agua subterránea y el suelo, y, en algunos casos, contribuir a la erosión del terreno.

5.6 Plan de manejo ambiental

En el presente plan de manejo ambiental se contemplan las medidas las cuales ayudaran a minimizar o mitigar los impactos negativos que se presentan en el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del urbana de la ciudad de Neiva, también, de maximizar o potencializar los impactos positivos que inciden en el área de influencia seleccionada para la realización de este estudio. Estas medidas a su vez se agrupan en programas y proyectos requeridos para la conservación de los factores ambientales los cuales son alterados en el desarrollo de las actividades realizadas.

5.6.1 Objetivos del plan de madejo ambiental

Teniendo en cuenta los impactos ambientales anteriormente descritos, se establecieron los objetivos del plan de manejo ambiental que se plasman en el cuadro 5-11. Estos tienen la finalidad de mitigar o minimizar los impactos ambientales negativos y maximizar los impactos ambientales positivos generados en el proyecto.

Cuadro 5-11: Objetivos del plan de manejo ambiental para el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Objetivos del plan de manejo		IP _i que se maximizan	IN _j que se minimizan
O _b	Enunciado		
O ₁	Generar estrategias para transportar y disponer con el mínimo deterioro ambiental los residuos sólidos provenientes de las diferentes actividades de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva.		IN ₁ , IN ₂
O ₂	Crear medidas para minimizar la emisión de hidrocarburos y residuos sólidos que puedan terminar en los diferentes cuerpos de agua cercanos a la intervención.		IN ₂
O ₃	Establecer acciones para prevenir, mitigar y corregir la alteración en el componente atmosférico que se producirá durante y después de la ejecución del proyecto	IP ₃	IN ₄ , IN ₃

Continuación Cuadro 5-11: Objetivos del plan de manejo ambiental para el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Objetivos del plan de manejo		IP _i que se maximizan	IN _j que se minimizan
O _b	Enunciado		
O ₄	Recomendar estrategias para prevenir la congestión de las vías de acceso y vías aledañas debido al tránsito de maquinaria pesada, transporte de material de obra y cierres viales.		IN ₅ , IN ₆
O ₅	Generar maniobras con las cuales se mejore la calidad del aire en la zona mientras se realizan los trabajos de construcción, mantenimiento y rehabilitación de la malla vial.		IN ₃ , IN ₄
O ₆	Crear medidas con las cuales se minimice la afectación en la calidad de vida de las personas que habitan, deambulan o trabajan cerca de donde se está realizando la intervención.		IN ₃ , IN ₇ , IN ₈
O ₇	Establecer acciones con las cuales se pueda impulsar el crecimiento comercial en las zonas intervenidas.	IP ₄	
O ₈	Recomendar estrategias con las cuales se pueda mejorar la movilidad y prevenir accidentes de tránsito en la zona en la cual se realiza el trabajo de mantenimiento en la malla vial.	IP ₁ , IP ₂	

5.6.2 Medidas de mitigación y mejoramiento del plan de manejo ambiental

Estas medidas se obtuvieron teniendo en cuenta los objetivos del plan de manejo ambiental, en los cuadros 5-12 y 5-13. Se expresan las medidas necesarias para maximizar o minimizar cada impacto ambiental con su respectivo enunciado.

Cuadro 5-12: Lista de medidas para maximizar impactos ambientales positivos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Impactos positivos		Medidas	
IP _i	Nombre	M _s	Enunciado
IP ₁	Disminución de la accidentabilidad vial	M ₁	Realizar una evaluación exhaustiva de la seguridad vial antes y después de la intervención. Identificando las áreas críticas y los puntos de alto riesgo en la carretera.
		M ₂	Actualización y mejora de la señalización vial, incluyendo señales de límite de velocidad, señales de advertencia, señales de tráfico y señalización horizontal, como marcas viales y líneas divisorias.
		M ₃	Hacer un control exhaustivo en el cual se garantice que se repare de manera adecuada las imperfecciones en la vía, para que de esta manera se eviten situaciones peligrosas para los conductores.
		M ₄	Implementar medidas con las cuales se pueda controlar la velocidad de los vehículos que transitan por las áreas mejoradas, como la implementación de resaltos o reductores de velocidad.
		M ₅	Llevar a cabo campañas de educación vial dirigidas a los conductores y usuarios de las vías para fomentar comportamientos seguros en estas.
IP ₂	Mejora en la movilidad	M ₆	Realizar un monitoreo constante del flujo de tráfico después de las obras para identificar problemas y ajustar las medidas según sea necesario para mejorar la movilidad.
		M ₇	Identificar y priorizar las vías que requieren mantenimiento de manera más urgente en función del volumen de tráfico, el estado de la infraestructura y las necesidades de la comunidad.
		M ₈	M ₂ , M ₃
IP ₃	Reducción en las emisiones de los vehículos	M ₉	Asegurarse de que el pavimento recién reparado esté en óptimas condiciones para reducir la resistencia al rodaje de los vehículos. Un pavimento suave y bien mantenido disminuye la resistencia de rodadura y, por lo tanto, el consumo de combustible y las emisiones de CO ₂ .

Continuación Cuadro 5-12: Lista de medidas para maximizar impactos ambientales positivos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Impactos positivos		Medidas	
IP _i	Nombre	M _s	Enunciado
IP ₃	Reducción en las emisiones de los vehículos	M ₁₀	Incentivar la adquisición de vehículos con tecnologías más limpias y eficientes en cuanto al consumo de combustible, como los vehículos híbridos, eléctricos y de bajo consumo de combustible. Esto puede incluir incentivos fiscales y financieros.
		M ₁₁	Fomentar que los propietarios de vehículos realicen un mantenimiento regular de sus automóviles para garantizar que funcionen de manera eficiente y emitan menos CO ₂ . Esto incluye el cambio regular de aceite, la limpieza y ajuste de filtros de aire y la verificación del sistema de escape.
		M ₁₂	Fomentar el uso de modos de transporte sostenible, como la bicicleta y la caminata, mediante la creación y mantenimiento de infraestructura segura y la promoción de campañas de concientización.
		M ₁₃	Realizar controles viales en conjunto con la secretaría de movilidad, en los cuales se exija la revisión tecno mecánica y de gases, esto para garantizar que los vehículos están en óptimas condiciones para transitar.
IP ₄	Incremento en las actividades comerciales	M ₁₄	Organizar eventos y actividades promocionales en las áreas comerciales cercanas para atraer a visitantes y crear un ambiente animado. Esto puede incluir ferias, mercados y festivales.
		M ₁₅	Realizar campañas de promoción y marketing para destacar las ventajas de las áreas comerciales cercanas a las vías reparadas. Esto puede incluir publicidad en línea, en redes sociales y en medios locales.
		M ₁₆	Fomentar el desarrollo de negocios locales y emprendimientos, ya que estos suelen tener un impacto positivo en la economía local y pueden aportar autenticidad y diversidad a las áreas comerciales

Cuadro 5-13: Lista de medidas para minimizar impactos ambientales negativos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila

Impactos negativos		Medidas	
IN _i	Nombre	M _s	Enunciado
IN ₁	Generación de residuos sólidos	M ₁₇	Antes de iniciar el mantenimiento y rehabilitación de vías, realiza una evaluación detallada de los materiales que se removerán y la cantidad estimada de escombros generados. Esto ayudará a planificar la gestión de residuos de manera eficiente.
		M ₁₈	El pavimento extraído de las zonas intervenidas puede ser reutilizado como material de fresado en las diferentes vías de la ciudad de Neiva, de igual forma este puede ser reciclado para la elaboración de nuevo asfalto
		M ₁₉	Se debe contar con la maquinaria necesaria para que estos desechos sean transportados el mismo día en que son extraídos, de esta manera se evita que estos sean dispersados por la zona y creen un mayor impacto.
		M ₂₀	Los materiales sobrantes extraídos de la intervención deben ser dispuestos en vertederos autorizados, en los cuales no altere la cobertura vegetal y no interfiera con el flujo natural del agua.
		M ₂₁	Realizar la limpieza de las volquetas o vehículos los cuales transportan el material sobrante, ya que estos pueden caer en las calles por las cuales estos transitan.
		M ₂₂	Exigir que los vehículos que transportan los residuos sólidos sean carpados, esto para prevenir posibles derrames en las vías de la ciudad.
		M ₂₃	Capacitar al personal con el fin de que los residuos provenientes de las actividades sean dispuestos de manera correcta.

Continuación Cuadro 5-13: Lista de medidas para minimizar impactos ambientales negativos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Impactos negativos		Medidas	
IN _i	Nombre	M _s	Enunciado
IN ₂	Incremento de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en los cuerpos de agua	M ₂₄	Antes de iniciar cualquier trabajo de mantenimiento o rehabilitación de vías, identificar y proteger los drenajes, arroyos y cuerpos de agua cercanos. Esto puede ser mediante la utilización de barreras o diques, esto para evitar la propagación de derrames accidentales de líquidos como emulsión asfáltica o ACPM.
		M ₂₅	Capacitar al personal en la prevención de fugas y derrames de sustancias contaminantes.
		M ₂₆	Se debe asegurar de que haya equipos de respuesta a emergencias y kits de contención de derrames disponibles en la obra.
		M ₂₇	Al hacer limpieza de las herramientas, equipos y maquinaria con ACPM, este debe ser recogido en recipientes para después dar una adecuada disposición o ser reutilizado en limpiezas futuras.
		M ₂₈	Realizar una limpieza exhaustiva al área de trabajo al finalizar la intervención, con el fin de prevenir de que este material sea arrastrado por las lluvias a cuerpos de agua cercanos.
		M ₂₉	M ₁₉ , M ₂₀ , M ₂₁ , M ₂₂ , M ₂₃
IN ₃	Incremento del polvo en la zona	M ₃₀	Aplicar agua de manera regular en las áreas donde se está llevando a cabo el mantenimiento de vías. El riego ayuda a mantener la humedad en el suelo y reduce la generación de polvo
		M ₃₁	Limitar la velocidad de los vehículos y maquinaria en la obra. A velocidades más altas, se genera más polvo. Establecer límites de velocidad y asegurarse de que los operadores los cumplan.
		M ₃₂	Proporcionar equipo de protección personal adecuado a los trabajadores que estén expuestos al polvo, como máscaras respiratorias y gafas de protección.
		M ₃₃	Informa a la comunidad local sobre las medidas que se están tomando para controlar el polvo y cómo pueden protegerse de este, por ejemplo, el uso del tapabocas.

Continuación Cuadro 5-13: Lista de medidas para minimizar impactos ambientales negativos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Impactos negativos		Medidas	
IN _i	Nombre	M _s	Enunciado
IN ₃	Incremento del polvo en la zona	M ₃₄	Trabajar de la mano con Las Ceibas – Empresas públicas de Neiva para realizar limpieza en las vías alternas que se dispondrán mientras se hace la intervención.
		M ₃₅	M ₂₈
IN ₄	Incremento en las emisiones de CO ₂	M ₃₆	Planificar las actividades de mantenimiento de vías de manera eficiente para minimizar el tiempo de trabajo y el uso de maquinaria pesada. Cuanto menos tiempo estén en funcionamiento las máquinas, menores serán las emisiones de CO ₂ .
		M ₃₇	Asegurarse de que la maquinaria utilizada en el mantenimiento de vías esté en óptimas condiciones. El mantenimiento adecuado puede mejorar la eficiencia de combustible y reducir las emisiones de CO ₂ .
		M ₃₈	Minimizar la distancia de transporte de materiales de construcción y equipos. Se deben utilizar rutas eficientes y planifica la entrega de materiales para reducir la necesidad de largos desplazamientos.
		M ₃₉	Implementar un control eficiente del tráfico junto a la secretaría de movilidad en la zona de trabajo para reducir la congestión y los tiempos de espera de los vehículos. La congestión aumenta el consumo de combustible y las emisiones de CO ₂ .
IN ₅	Incremento de la congestión vehicular	M ₄₀	Realizar una visita previa a la zona que se va a intervenir, esto con el fin de planificar los controles de tránsito de manera ordenada y realizar un plan de manejo de tránsito (PMT) óptimo.
		M ₄₁	Planificar las obras de mantenimiento de vías con anticipación y comunicar los detalles a la comunidad y a los usuarios de la vía con suficiente tiempo de antelación. Esto permite a los conductores tomar rutas alternas o ajustar sus horarios de viaje.
		M ₄₂	Programar el mantenimiento de vías para que se realice fuera de las horas pico de tráfico, como las horas punta de la mañana y la tarde. Esto ayuda a minimizar la congestión durante los momentos de mayor flujo vehicular.

Continuación Cuadro 5-13: Lista de medidas para minimizar impactos ambientales negativos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Impactos negativos		Medidas	
IN _i	Nombre	M _s	Enunciado
		M ₄₃	Cuando sea posible y apropiado, considerar llevar a cabo trabajos de mantenimiento durante la noche. Esto reduce significativamente la interrupción del tráfico durante el día y permite una ejecución más eficiente.
		M ₄₄	Proporcionar rutas alternativas y señalización clara para dirigir a los conductores hacia caminos alternos durante la intervención. Se debe asegurar de que las rutas alternativas estén en buenas condiciones.
		M ₄₅	Mantener una comunicación constante con la comunidad y los conductores a través de redes sociales, señalización en la carretera, aplicaciones de tráfico y medios de comunicación locales para proporcionar actualizaciones sobre el progreso de las obras y las condiciones del tráfico.
		M ₄₆	M ₅ , M ₁₂ , M ₃₆ , M ₃₉
IN ₆	Incremento en el riesgo de accidentes de tránsito	M ₄₇	Establecer límites de velocidad reducidos en las zonas aledañas y de construcción para garantizar la seguridad de los trabajadores y los conductores. Implementa medidas de control de velocidad, como reductores de velocidad temporales.
		M ₄₈	Proporcionar iluminación adecuada en las zonas de trabajo si se llevan a cabo trabajos nocturnos o en condiciones de poca luz. La iluminación mejora la visibilidad y reduce el riesgo de accidentes.
		M ₄₉	Utilizar barreras de protección como conos, barreras de cemento o vallas temporales para separar la zona de trabajo de la carretera en uso.
		M ₅₀	La maquinaria que será utilizada en la intervención como vibro compactador, fresadora, finisher debe ser transportadas en condiciones seguras (cama baja, grúa, trailer) hacia y desde el lugar de trabajo, con esto se minimizan el riesgo de accidentes.

Continuación Cuadro 5-13: Lista de medidas para minimizar impactos ambientales negativos del plan de manejo ambiental del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Impactos negativos		Medidas	
IN _i	Nombre	M _s	Enunciado
		M ₅₁	M ₂₁ , M ₂₂ , M ₂₈ , M ₃₁ , M ₃₉ , M ₄₀ , M ₄₁ , M ₄₂ , M ₄₃ , M ₄₄ , M ₄₅
IN ₇	Incremento en los niveles de ruido	M ₅₂	Dar preferencia al uso de maquinaria y equipos de construcción que sean más silenciosos y cumplan con los estándares de emisión de ruido. La elección de equipos más silenciosos puede reducir significativamente el impacto del ruido en la zona.
		M ₅₃	Asegurarse de que la maquinaria y los vehículos estén en buen estado de funcionamiento, ya que el mantenimiento deficiente puede aumentar el ruido debido a vibraciones y sonidos anormales.
		M ₅₄	Reducir la velocidad de los vehículos y maquinaria en la obra. La velocidad influye en el nivel de ruido generado por los vehículos y puede reducir significativamente la emisión de ruido.
		M ₅₅	Informar a la comunidad local sobre las medidas que se están tomando para controlar el ruido y cómo pueden protegerse, como el uso de tapones para los oídos.
		M ₅₆	Realizar mediciones regulares del nivel de ruido en la obra para asegurarte de que se cumplan los estándares de control de ruido. Esto también puede ayudar a identificar áreas donde se requieran medidas adicionales.
IN ₈	Incremento de las vibraciones en el terreno	M ₅₇	Controlar la velocidad y la potencia de la maquinaria durante las operaciones de construcción. Reducir la velocidad y la potencia puede disminuir las vibraciones generadas.
		M ₅₈	Realizar actas de vecindad antes de comenzar con la intervención, esto con el fin de ver cuáles son las fallas o daños que tienen las viviendas y edificaciones, con estas se tiene un control de los daños o reclamos que se puedan hacer por parte de los habitantes de las zonas aledañas.
		M ₅₉	Realizar trabajos que generen vibraciones durante las horas en que haya menos actividad en áreas cercanas, como horarios nocturnos o fines de semana, para reducir el impacto en las estructuras y la comunidad.

5.6.3 Esquema básico del plan de manejo ambiental

Cuadro 5-14: Esquema básico del plan de manejo ambiental para el proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila

Programa	Proyecto	Medidas (M _s) *	IP _i que se maximizan	IN _j que se minimizan
Gestión ambiental	Educación ambiental	M ₁₀ , M ₁₁ , M ₁₂ , M ₂₃ , M ₂₅	IP ₃	IN ₁ , IN ₂
	Gestión integral de residuos	M ₁₇ , M ₁₈ , M ₁₉ , M ₂₀ , M ₂₁ , M ₂₂ , M ₂₃		IN ₁
	Manejo y conservación de la calidad del aire, suelo y cuerpos de agua	M ₉ , M ₁₀ , M ₁₁ , M ₁₂ , M ₁₃ , M ₂₄ , M ₂₅ , M ₂₆ , M ₂₇ , M ₂₈ , M ₂₉ , M ₃₀ , M ₃₁ , M ₃₂ , M ₃₃ , M ₃₄ , M ₃₅ , M ₃₆ , M ₃₇ , M ₃₈ , M ₃₉	IP ₃	IN ₂ , IN ₃ , IN ₄
	Recuperación del entorno	M ₃₄ , M ₂₈ , M ₃₅		IN ₃ , IN ₄
	Control del ruido y las vibraciones	IN ₅₂ , IN ₅₃ , IN ₅₄ , IN ₅₅ , IN ₅₆ , IN ₅₇ , IN ₅₈ , IN ₅₉		IN ₇ , IN ₈
Movilidad	Movilidad y seguridad vial	M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄ , M ₅ , M ₆ , M ₇ , M ₈ , M ₁₃ , IN ₄₀ , IN ₄₁ , IN ₄₂ , IN ₄₃ , IN ₄₄ , IN ₄₅ , IN ₄₆ , IN ₄₇ , IN ₄₈ , IN ₄₉ , IN ₅₀ , IN ₅₁	IP ₁ , IP ₂ , IP ₃	IN ₅ , IN ₆
	Preservación y mantenimiento de vías	M ₃ , M ₇ , M ₉	IP ₁ , IP ₂ , IP ₃	
	Educación e inteligencia vial	M ₅	IP ₁	
Desarrollo económico	Gestión y promoción de servicios	M ₁₄ , M ₁₅ , M ₁₆	IP ₄	
Desarrollo y bienestar social	Prevención de enfermedades respiratorias y auditivas	M ₃₀ , M ₃₁ , M ₃₂ , M ₃₃ , M ₃₄ , M ₃₅ , IN ₅₂ , IN ₅₃ , IN ₅₄ , IN ₅₅ , IN ₅₆ , IN ₅₇ , IN ₅₈ , IN ₅₉		IN ₃ , IN ₇ , IN ₈
	Prevención de conflictos con la comunidad	M ₅₈		IN ₈

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones y recomendaciones

El área de influencia comprendida del proyecto abarca toda el área urbana de la ciudad de Neiva, ya que estas intervenciones se realizan en todos los sectores de la ciudad.

El mayor número de intervenciones se presentaron en los principales ejes viales de la ciudad como lo son: La carrera segunda, avenida Bugarviles, avenida Circunvalar, calle 8, carrera 7, avenida 26, avenida Inés García de Duran, carrera 6W y Carrera 33.

Los 4 impactos positivos significativos en las actividades del proyecto de mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila son: Disminución de la accidentabilidad vial, mejora en la movilidad, reducción en las emisiones de los vehículos y el incremento en las actividades comerciales.

Los 8 impactos negativos significativos identificados en el mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del área urbana del municipio de Neiva, departamento del Huila son: Generación de residuos sólidos, incremento de la concentración de hidrocarburos y residuos sólidos en los cuerpos de agua, incremento del polvo en la zona, incremento en las emisiones de CO₂, Incremento de la congestión vehicular, incremento en el riesgo de accidentes de tránsito, incremento en los niveles de ruido, incremento de las vibraciones en el terreno.

Al aplicar la metodología de Arboleda y Conesa para comparar diferentes escenarios planteados en este documento se observa que el escenario más viable es donde no se contempla la realización del proyecto, por lo que es indispensable aplicar el plan de manejo ambiental propuesto con el fin de minimizar los impactos positivos y prolongar o maximizar los efectos de los impactos positivos.

Se establecieron 59 medidas con el fin de minimizar o mitigar el efecto de los impactos negativos y maximizar el de los positivos, estas medidas a su vez se agruparon en 11 proyectos: Educación ambiental, Gestión integral de residuos, manejo y conservación de la calidad del aire, suelo y cuerpos de agua, recuperación del entorno, control del ruido y las vibraciones, movilidad y seguridad vial, preservación y mantenimiento de vías, educación e inteligencia vial, gestión y promoción de servicios, prevención de enfermedades respiratorias y auditivas, prevención de conflictos con la comunidad. Estos proyectos a su vez se agrupan en 4 programas: Gestión ambiental, movilidad, desarrollo económico, desarrollo y bienestar social.

El impacto que genera una mayor alteración a los componentes ambientales es el de la generación de residuos sólidos, por lo que se deben realizar investigaciones con el fin de que estos elementos sean reutilizados o reciclados esto para mitigar o minimizar dicho impacto.

Es indispensable hacer un control a los materiales utilizados en estas actividades, realizando pruebas de calidad, con esto se asegura de que las mejoras a la malla vial del área urbana del municipio de Neiva tengan una vida útil prolongada, son constantes las quejas de que en algunos sectores por la corta duración de estas.

En este proyecto no se cuenta con un programa de manejo de residuos sólidos, tampoco se hace un seguimiento en el cual se obligue a la secretaría de infraestructura a reportar el manejo y la disposición final de estos.

Se debe capacitar a los empleados en lo que tiene que ver con el manejo de residuos sólidos, ya que estos desconocen el adecuado manejo de estos.

Se sugiere la realización de un estudio donde se reconozcan las áreas críticas por el mal estado de la malla vial del municipio, en este se debe investigar las causas de los daños que se presentan en esta.

Se deben realizar veedurías con el fin de comprobar la calidad de los trabajos que se vienen realizando en el mantenimiento y rehabilitación de la malla vial del municipio de Neiva.

Durante la duración de la pasantía este contrato no tuvo interventoría, es importante que este tipo de proyectos la tengan, con el fin de comprobar la buena calidad de los materiales, de los trabajos y que se cumpla toda la regulación vigente.

A. Anexo: Registro fotográfico de las fallas que se presentan y maximizan el efecto de los impactos negativos.

Acumulación de residuos sólidos en separadores y zonas verdes al costado de las vías intervenidas (Calle 21 con carrera 42).





Sobrantes de asfalto caliente en separadores y zonas verdes (Carrera 6w).





Trasporte de asfalto y residuos sólidos en volquetas sin su respectiva carpa





Falta de limpieza a las volquetas que trasportan el asfalto y residuos solidos



Trabajos sin medidas para disminuir la cantidad de polvo en las zonas aledañas, falta de elementos de protección personal para prevenir enfermedades respiratorias.



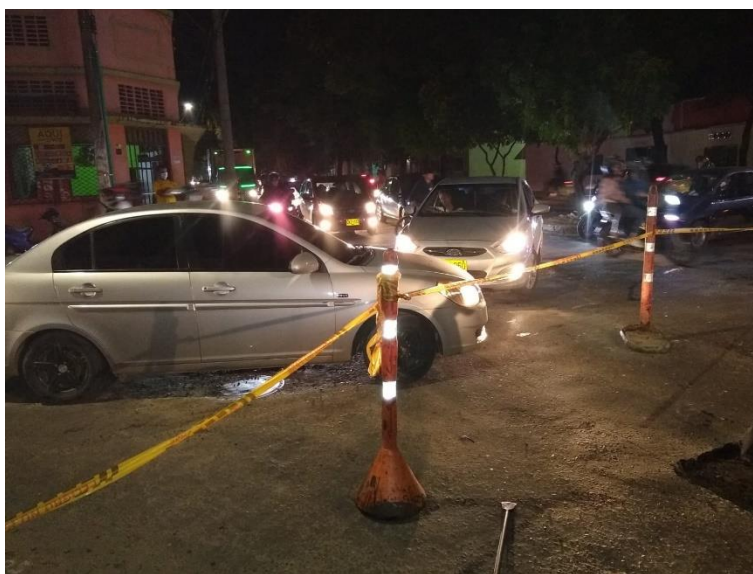


Daños ocasionados en las vías y viviendas aledañas por la maquinaria por falta de cuidado de los operadores (Avenida 26).





Trabajos realizados en horas pico, falta de acompañamiento de la secretaria de movilidad o controladores de tráfico.





Trasporte indebido de maquinaria, el cual aumenta el riesgo de accidentes de tránsito.





Bibliografía

7. Bibliografía

- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). (2017). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO - SANTA FE UF 2.1 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR. Bogotá D.C .
- Alcaldía de Neiva. (2022). *Información del municipio*. Obtenido de <https://www.alcaldianeiva.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Arboleda González, J. A. (2008). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellin - Colombia.
- Canter, L. W. (1998). Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impactos. Ed. Mc Graw Hill .
- Contraloría Municipal de Neiva. (2014). *INFORME SOBRE EL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE NEIVA*. Neiva - Huila.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (19 de Abril de 2023). *Los huilenses han alcanzado una sensibilidad por la conservación: Director de la CAM*. Obtenido de <https://www.cam.gov.co/prensa/blog/2023/04/19/los-huilenses-han-alcanzado-una-sensibilidad-por-la-conservaci%C3%B3n-director-de-la-cam/>
- Gestión de recursos naturales (GRN). (2023). *Estudio de impacto ambiental*. Obtenido de <https://www.grn.cl/estudio-de-impacto-ambiental.html>
- Giraldo, J. A. (2010). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA AGROINDUSTRIA SEMILLAS DEL HUILA S.A EN EL MUNICIPIO DE NEIVA - HUILA*. NEIVA - HUILA.
- Google Earth. (2023). *localización ciudad de Neiva*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@2.94550943,-75.293095,457.50457844a,26574.77532788d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2022). *CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE CIUDADES PRINCIPALES Y MUNICIPIOS TURÍSTICOS*. Bogotá D.C - Colombia.

- Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2016). *MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2022). *Especificaciones generales de construcción de carreteras*. Bogotá D.C. - Colombia.
- López, H. A. (2013). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y AMENAZAS NATURALES DEL DISTRITO DE RIEGO ASODRIANA, MUNICIPIO DE NÁTAGA HUILA*. NEIVA - HUILA.
- Mendez rojas, C. A., & Ramirez Angulo , H. (2017). *DISEÑO Y REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE UN TRAMO DE LA VIA TERCIARIA COELLO A LA VEREDA LLANO DE LA VIRGEN, LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE COELLO - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA*. IBAGUE - TOLIMA.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (1993). *Ley 99 de 1993*. Bogota D.C.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2015). Decreto 1076 de 2015. Bogotá - Colombia.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2021). LISTADO DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECIFICOS.
- Ministerio del medio ambiente. (5 de agosto de 1994). *Decreto 1753 de 1994*. Obtenido de Finción pública:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1299#:~:text=Definir%20las%20tecnolog%C3%ADas%20y%20acciones,el%20proyecto%2C%20obra%20o%20actividad.>
- Molina Prieto, L. F. (2008). Árboles para Neiva - Especies que fortalecen la Estructura Ecológica Principal.
- Muñoz Calderón, G. (2020). *PROGRAMA DE GOBIERNO, PRIMERO NEIVA "UN MANDATO CIUDADANO"*. Neiva - Huila.
- Olaya Amaya, A. (2003). Sistema de apoyo para la toma de decisiones en distritos de riego y drenaje a partir de sus recursos, restricciones e impactos ambientales. 325.
- Páez Zamora , J. C. (2011). Elementos de Gestión Ambiental. En J. C. Páez Zamora, *Elementos de Gestión Ambienta* (pág. 73). Quito - Ecuador.
- Páez, J. C. (1996). *Introducción a la evaluación del impacto ambiental*. Quito : Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República del Ecuador.
- TRANSFEDERAL. (2015). *PLAN DE MANEJO AMBIENTAL – SISTEMA ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CUIDAD DE NEIVA (HUILA) – SETP*. Neiva - Huila.
- Vargas Cuervo, R. (2001). GEOMORFOLOGÍA Y AMENAZAS GEOLOGICAS DEL MUNICIPIO DE NEIVA. *Revista Ingeniería y Región*.

Viloria Villegas, M., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. Obtenido de <https://doi.org/10.18359/rcin.2941>

Wikipedia. (24 de Septiembre de 2023). *Neiva*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Neiva#:~:text=La%20ciudad%20est%C3%A1%20ubicada%20en,la%20cordillera%20oriental%20y%20central>.