



**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

---

**METODOLOGÍA PARA EL CONTROL AMBIENTAL DEL COMPONENTE AIRE EN LA  
ETAPA DE PRECONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO ADECUACIÓN AL SISTEMA  
TRANSMILENIO DE LA AVENIDA CONGRESO EUCARÍSTICO (CARRERA 68)  
SECTOR 2 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C**

---

**Autor**

**María Angélica Chacón Rodríguez  
Wilson Alexander Escobar Peláez**

**Tutor**

**Msc. Milton Mena Serna**

**Universidad Distrital Francisco José De Caldas  
Especialización en Interventoría y Supervisión de Obras de Construcción  
Bogotá, Colombia  
Enero 2022**

## DEDICATORIA

A Dios, quien me ha ayudado a culminar un logro más en mi vida académica.

En segunda instancia agradezco A mis padres, hermanos, a mi esposo y a mi hijo quienes con sus palabras alentadoras me ayudaron para poder culminar con éxito una etapa más de mi vida.

María Angélica Chacón Rodríguez

Agradezco a Dios haberme dado la oportunidad de realizar esta especialización y poder llegar a culminarla, también le doy gracias a mi hijo, mi esposa y mis padres por acompañarme durante este proceso.

Wilson Alexander Escobar Peláez

## AGRADECIMIENTOS

---

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Facultad Tecnológica. Especialización en interventoría Y supervisión de Obras de construcción.

A todo el personal académico que con sus enseñanzas y orientaciones nos ayudaron a culminar este ciclo de especialistas.

## CONTENIDO

---

1. Resumen	7
2. Palabras Clave	7
3. Introducción	8
4. Planteamiento del caso de estudio	11
El estado ideal del proyecto debería ser el siguiente:	13
5. Objetivos	23
5.1 Objetivo General	23
5.2 Objetivos Específicos	23
6 ALCANCES Y limitaciones	24
7 Marco Teórico	26
8 MARCO CONCEPTUAL	31
8.1 Evaluación e Identificación de los impactos en el escenario “Sin Proyecto”	31
8.2 Evaluación e Identificación de los impactos en el escenario “Con Proyecto”	32
8.3 Método de Leopold	32
8.4 Aspecto ambiental	33
8.5 Código penal relacionado con los recursos naturales renovables	34
8.6 Evaluación ambiental de impacto ambiental	35
8.7 Impacto ambiental	35
8.8 Medio ambiente	36
8.9 Medidas de compensación	37

8.10 Gestión Ambiental	38
8.11 Interventoría Ambiental:	38
8.12 Polvo provocado por las actividades de la construcción:	38
9 Metodología	42
9.1 Etapa preliminar y exploratoria	43
9.2 Etapa descriptiva	44
9.3 Etapa Experimental	45
9.4 Etapa de Evaluación y Concluyente	47
10 Análisis de resultados	2
11 Aportes y recomendaciones	5
11.1 Aportes	5
11.2 RECOMENDACIONES	6
12 Conclusiones	9
13 Bibliografía	12

## ÍNDICE DE GRAFICAS

---

Grafica 1: Medición PM10 estación calidad del aire en el barrio Carvajal	15
Grafica 2: Medición PM2.5 estación calidad del aire en el barrio Carvajal	16
Grafica 3: Planeación metodológica para la construcción de la metodología	56
Grafica 4: Distribución de emergencias ambientales por estados en 2009	59
Grafica 5: Diferentes residuos generados en 2009	60

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1: Niveles máximos permisibles de contaminación criterio en el aire	14
Tabla 2: Descripción de la metodología	46
Tabla 3: Características en la revisión de manuales interventoría- Revisión a los manuales de interventoría y sus requerimientos	49
Tabla 4: Matriz metodológica	54
Tabla 5: Indicadores de desempeño ambiental- componente aire- caso estudio	58
Tabla 6: Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental	59
Tabla 7: Actividades del proyecto VS impactos	60
Tabla 8: Matriz de Impacto Ambiental – Leopold	61
Tabla 9: Criterios para la Evaluación de Impactos	63
Tabla 10: Medidas de prevención y/o mitigación	64
Tabla 11: Elaboración formato registro seguimiento ambiental de interventoría.	65

## 1. RESUMEN

---

En el La monografía tiene como finalidad realizar un documento guía de orientación en la cual se identifique y de solución a los diversos tipos de impactos ambientales generados en la etapa de precostrucción de un proyecto vial, así mismo realizar un diagnóstico inicial y recomendaciones donde se evalúen los diferentes aspectos ambientales relacionados con la generación de residuos sólidos, emisiones de material particulado, aporte de sedimentos a las fuentes hídricas, la generación de ruido, vibraciones, emisiones de gases, movimientos de grandes volúmenes de suelo y afectaciones de ecosistemas.

Adicionalmente ofrecer una herramienta para proporcionar un cambio a nivel ambiental de la manera en que desarrollan los proyectos de infraestructura vial, buscando de esta manera promulgar y seleccionar los lineamientos generales para la implementación de la gestión ambiental como estrategia sostenible en las obras de infraestructura vial.

## 2. PALABRAS CLAVE

---

- 1. Metodología - Methodology
- 2. Impactos - Impacts
- 3. Ambiental - Environmental
- 4. Técnica - Technical
- 5. Infraestructura - Infrastructure

### 3. INTRODUCCIÓN

---

La contaminación atmosférica en Colombia es uno de los problemas ambientales de mayor preocupación para los colombianos por los impactos generados tanto en la salud como en el ambiente, además, es el tercer factor generador de costos sociales después de la contaminación del agua y de los desastres naturales. De acuerdo con un estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación – DNP, para 2015 la mala calidad de aire generó alrededor de 8.052 muertes en el país, con costos asociados de aproximadamente 12,2 billones de pesos, cifra que equivale al 1,5% del PIB de ese año.

Conforme con lo establecido en el Título 5 del Decreto 1076 de 2015 y ajustando la definición, la Contaminación Atmosférica es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes -entendidos estos como fenómenos físicos, sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso-, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, que solos, en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.( Levy,J.,Bouonocore, J.,Yamp; Stackelberg, K, 2010).

Estas emisiones han mostrado vínculos directos con las enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas, que impactan de manera desproporcionada a los segmentos vulnerables de la población, como los niños, los ancianos y aquellos con largas horas de exposición al aire libre (Zhang, K., & Batterman, S,2013).pero más notablemente los impactos en la salud de mala calidad del aire prevalecen desproporcionadamente en las comunidades de bajos ingresos, que son predominantemente negras, indígenas y personas de color (BIPOC), debido a una variedad de factores que incluyen la segregación histórica de viviendas y el racismo



ambiental en la planificación de infraestructura (Wier, M., Sciammas, C., Seto, E., Bhatia, R., & Rivard, T,2009).

La transferencia e impactos de los contaminantes emitidos a los receptores de interés (poblaciones y ecosistemas) o nivel de inmisión, está gobernada principalmente por las características de las fuentes de emisión, el comportamiento de las variables meteorológicas de la atmósfera, la concentración de contaminantes en el aire, el tiempo de exposición a dichas concentraciones y las características del receptor.

En función de los procesos productivos desarrollados, las características de los combustibles utilizados y las tecnologías de combustión disponibles en la normativa mundial y nacional para identificar de forma general si el aire de una zona se encuentra contaminado, se monitorean los «contaminantes criterio», asociados a unas concentraciones permitidas, para tiempos de exposición específicos. Cabe anotar que, según la Organización Mundial de la Salud, un aire limpio o un aire con calidad es un requisito básico de la salud y el bienestar humano. (Wier, M., Sciammas, C., Seto, E., Bhatia, R., & Rivard, T, 2009).

Min ambienté mediante la Resolución 2254 de 2017 estableció los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio: material particulado (PM10 y PM2.5), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono troposférico (O<sub>3</sub>) y monóxido de carbono (CO). Estos contaminantes en el aire son monitoreados por las Autoridades Ambientales (Corporaciones Autónomas Regionales, Corporaciones de Desarrollo Sostenible y Autoridades Ambientales Urbanas) mediante Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA, diseñados y operados conforme a los criterios que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha definido.

De acuerdo con la información recopilada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM mediante el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE,

en 2018 operaron a nivel nacional 27 SVCA, conformados por 203 estaciones de monitoreo de las cuales 169 fueron fijas y 34 indicativas. La cobertura espacial de los sistemas de vigilancia en 2018 abarcó 22 departamentos y 83 municipios, cubriendo las regiones Andina, Caribe, Pacífico y Orinoquía.

La información de los contaminantes atmosféricos es reportada por las Corporaciones Autónomas Regionales y las Autoridades Ambientales de los grandes centros urbanos en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE.

En general la normativa colombiana en materia de calidad del aire y emisiones se ha planteado en función de la protección de la salud humana y el medio ambiente, desarrollada a través de un proceso de gradualidad que involucra la capacidad técnica, tecnológica y económica de una sociedad, ya que estos factores deben hacer parte de la construcción normativa de carácter técnico.

Además del desarrollo normativo y de Política, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible trabaja desde diferentes frentes en la formulación de estrategias coordinadas, eficientes y equitativas dirigidas a prevenir y controlar la contaminación del aire en el país. (Wier, M., Sciammas, C., Seto, E., Bhatia, R., & Rivard, T, 2009).

## 4. PLANTEAMIENTO DEL CASO DE ESTUDIO

---

La identificación de impactos ambientales negativos, identificados de acuerdo a visitas de campo, que se encuentran en la etapa de precostrucción del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) sector 2 en la ciudad de Bogotá D.C.

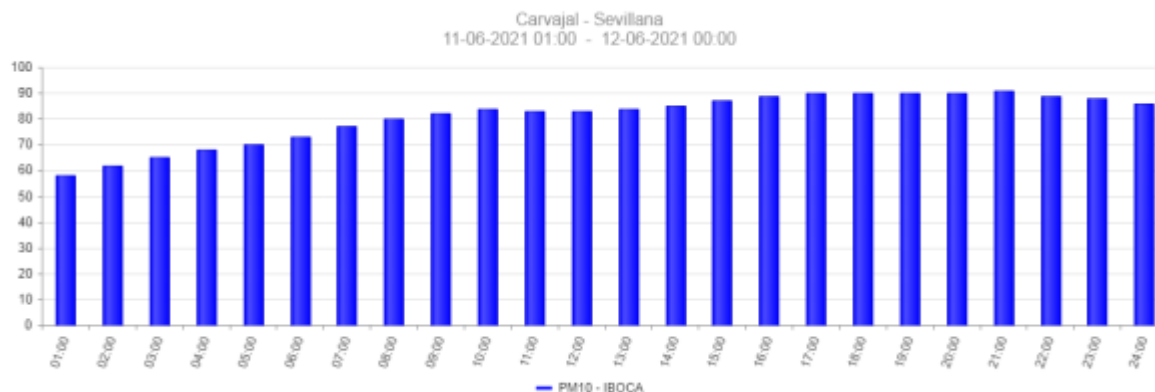
Las actividades realizadas por la adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida congreso Eucarístico (Carrera 68) Sector 2 genera impactos negativos sobre el entorno y sobre los recursos naturales que afectan directamente a las comunidades.

**Tabla 1:** Niveles máximos permisibles de contaminación criterio en el aire

Contaminante	Nivel máximo Permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de Exposición
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	100	24 horas
PM <sub>2.5</sub>	25	Anual
	50	24 horas
SO <sub>2</sub>	50	24 horas
	100	1 hora
NO <sub>2</sub>	60	Anual
	200	1 hora
O <sub>3</sub>	100	8 horas
CO	5.000	8 horas
	35.000	1 hora

**Fuente:** Resolución 2254 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible

**Gráfico 1:** Medición de PM10 estación de calidad del aire ubicada en el barrio Carvajal en la ciudad de



Bogotá.

**Fuente:** secretaria distrital de ambiente "Red de monitoreo de calidad del aire en Bogotá D.C

**Gráfico 2:** Medición de PM2.5 estación de calidad del aire ubicada en el barrio Carvajal en la ciudad de Bogotá.



**Fuente:** secretaria distrital de ambiente "Red de monitoreo de calidad del aire en Bogotá D.C

## EL ESTADO IDEAL DEL PROYECTO DEBERÍA SER EL SIGUIENTE:

Estado actual	Estado ideal
➤ Deterioro en la calidad del aire	➤ Controlar el cumplimiento con nivel máximo permisible de contaminación del aire de acuerdo a Resolución 2254 del 2017
➤ Aumento en los niveles de ruido	➤ Controlar el cumplimiento del estándar máximo permisible de nivel de emisión de ruido de acuerdo a la Resolución 0627 del 2006

La mayor causa del deterioro ambiental en la realización de las obras de infraestructura vial en la etapa de preconstrucción, tiene que ver principalmente con el crecimiento poblacional que ha tenido el país en todas las regiones de país, así mismo el deterioro se debe al aumento de las actividades productivas; es por esto que a pesar de la regularización, normatividad ambiental, normas vigentes y las diferentes entidades ambientales que rigen el componente ambiental no se ve adecuado control por parte de estas entidades en esta clase de obras , así mismo como la falta de ética y equidad social durante la ejecución de las obras, y con esto a conllevado a una amenaza inminente de los recursos naturales que se ven afectados por la construcción de obras de infraestructura vial, y no solamente en la etapa de preconstrucción si no en todas etapas que tiene que ver una obra.

La contaminación atmosférica es un problema tanto local como global provocado por la emisión de determinadas sustancias que, bien por sí solas, bien por las resultantes de sus reacciones químicas, provocan efectos perjudiciales para el medio ambiente y la salud.

En relación con la salud, el ozono troposférico y las partículas (“polvo fino”) son los contaminantes más preocupantes dado que la exposición a los mismos puede acarrear consecuencias que van desde leves efectos en el sistema respiratorio a alergias o incluso mortalidad prematura.

El ozono no se emite directamente, sino que se forma a partir de la reacción de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y los óxidos de nitrógeno (NOx) en presencia de luz solar.

Las partículas pueden emitirse directamente a la atmósfera (las llamadas partículas primarias) o formarse en ella como “partículas secundarias” a partir de gases como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), los óxidos de nitrógeno (NOx) y el amoníaco (NH<sub>3</sub>).

El material particulado atmosférico engloba una gran variedad de compuestos que varían ampliamente tanto en sus características físico-químicas, como en su origen y vías de formación, y por tanto en sus efectos sobre la salud y el medio ambiente.

<p align="center"><b>Impactos ambientales en la contaminación atmosférica en las obras de infraestructura vial</b></p>
<p>1) los depósitos de sustancias acidificantes como los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre y el amoníaco, que provocan alteraciones ecológicas y pérdida de biodiversidad</p>
<p>2) el exceso de nutrientes de nitrógeno en forma de amoníaco y óxidos de nitrógeno, que pueden perturbar a las comunidades vegetales y filtrarse a las aguas dulces, lo que provoca un fenómeno denominado “Eutrofización” generado por un exceso de nutrientes que genera una alteración de los ecosistemas acuáticos, y una pérdida de su biodiversidad</p>
<p>3) el ozono troposférico, que ocasiona daños físicos a los cultivos agrícolas, los bosques y las plantas, además de frenar su crecimiento.</p>
<p>4) La contaminación atmosférica también deteriora los materiales con la consiguiente degradación de edificios y monumentos.</p>
<p>5) Los metales pesados y los contaminantes orgánicos persistentes afectan al funcionamiento de los seres vivos y a su reproducción, tendiendo a bioacumularse y a biomagnificarse a medida que ascendemos en la cadena trófica.</p>
<p>6) Existencia de una serie de contaminantes que tienen una influencia directa en el calentamiento global, ya que poseen un Potencial de Calentamiento Global muy elevado, así como la existencia contaminante implicados directamente en la destrucción del ozono estratosférico con la consiguiente reducción de la capa de ozono</p>

Las obras de construcción en el último siglo que han generado importante impacto ambiental que posiblemente no tenga reversión y en gran parte sea responsable del deterioro ambiental que está atravesando el país son la construcción de la red de carreteras que se encargan de comunicar parte del territorio, pero que a su vez por su descontrol han causado grandes e irreversibles impactos ambientales como lo son deforestación y extinción de especies autóctonas de los sitios.

La contaminación atmosférica por material particulado se define como la alteración de la composición natural de la atmósfera como consecuencia de la entrada en suspensión de partículas, ya sea por causas naturales o por la acción del hombre (causas antropogénicas). Los efectos de la contaminación por material particulado han sido demostrados en diferentes ámbitos, entre los cuales destacan la salud humana, el clima y los ecosistemas.

El material particulado atmosférico engloba una gran variedad de compuestos que varían ampliamente tanto en sus características físico-químicas, como en su origen y vías de formación, y por tanto en sus efectos sobre la salud y el medio ambiente.

La normativa y los métodos de muestreo se centran en el tamaño de las partículas, ya que resulta ser el principal factor limitante para la mayor o menor penetración en las vías respiratorias. Por ello, las redes de control llevan a cabo la determinación de aquellas partículas de menos de 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, denominadas PM10, que son las que presentan una mayor capacidad de acceso a las vías respiratorias y por lo tanto mayor afección a las mismas. Dentro de la fracción PM10, las partículas más pequeñas (menores de 2,5  $\mu\text{m}$ , PM2,5) se depositan en los alvéolos, la parte



más profunda del sistema respiratorio, quedando atrapadas y pudiendo generar efectos más severos sobre la salud.

Asimismo, dependiendo de su tamaño, las partículas se comportan de manera distinta en la atmósfera: las más pequeñas se pueden mantener suspendidas durante largos periodos y viajar cientos de kilómetros mientras que las partículas más grandes no se sostienen en el aire mucho tiempo y tienden a depositarse más cerca de su lugar de origen.

En general, la parte gruesa de las PM<sub>10</sub> se compone en buena medida de partículas primarias emitidas directamente a la atmósfera tanto por fenómenos naturales (incendios forestales o emisiones volcánicas) como por las actividades humanas (labores agrícolas o de construcción, Re suspensión de polvo, actividades industriales, etc.). Las partículas finas o PM<sub>2,5</sub>, por el contrario, suelen estar compuestas principalmente por partículas secundarias formadas en la atmósfera a partir de un precursor gaseoso (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV, NH<sub>3</sub>, etc.) mediante procesos químicos o por reacciones en fase líquida.

En relación con la emisión de partículas en la industria, a nivel nacional cabe citar el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico, donde se establecen los valores límite de emisión de partículas. Asimismo, puede citarse también el Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, para Grandes Instalaciones de Combustión, que transpone la Directiva 2001/80/CE.

Estas normativas serán sustituidas el 7 de enero de 2014 por la Directiva 2010/75/UE, de 24 de Noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).

Asimismo, en relación con la emisión de partículas en el transporte, cabe citar las denominadas normas EURO, que fijan los valores límite de las emisiones contaminantes de los vehículos nuevos. Las normas de emisión se definen en una serie de directivas de la Unión Europea con implantación progresiva, que son cada vez más restrictivas. Actualmente está en pleno vigor la Euro V y para el 2014 la Euro VI. (Mariño, 2007).

Cabe resaltar que en la mayoría de los proyectos de infraestructura vial deben realizarse en esos sitios porque es la única alternativa viable para la construcción de las vías y el desarrollo económico y social de la población, pero se ve muy a menudo que durante la ejecución de estos proyectos se descuida completamente el componente ambiental sin tener la menor conciencia de los desastres irreversibles que estos conllevan. (Aguilera, 2011).

Lo significativo de la ejecución de proyectos de ingeniería, es la de reducir los costos directos de inversión, los costos de operación y mantenimiento. Pero no se tienen en cuenta los impactos ambientales generados ni los costos económicos asociados a dichos impactos, el desconocimiento sobre los servicios ambientales, en general, no fueron asumidos por los ejecutores de los proyectos sino directamente por las comunidades afectadas.

Normalmente las condiciones ambientales se tienen únicamente en cuenta cuando representan una amenaza y un riesgo para el proyecto que comprometerían directamente su ejecución y funcionamiento. Es así como, normalmente, sólo se consideraron los factores físicos que se requería afrontar en el momento relacionados con la topografía, la geología y la hidrología por donde se trazarían los proyectos.

Día a día nos encontramos con un desequilibrio ambiental que es producto del aumento de construcciones, nuevas urbanizaciones y el aumento poblacional en el ámbito industrial, lo cual ha afectado ampliamente e importantemente la dinámica de los ecosistemas las cuales ayudan

a atenuar la intervención humana; provocando impactos inminentes y desafortunados como lo son el efecto invernadero, impacto provocado directamente al calentamiento global de nuestro planeta, igualmente a contribuido en el deterioro de la capa de ozono y la formación de lluvia ácida.

Estos acontecimientos e impactos ambientales inciden profundamente en el deterioro ambiental y en la destrucción en gran porcentaje de bosques, selvas y manglares, ocasionando a la extinción de miles de especies nativas y autóctonas de las zonas donde se producen estos impactos ambientales descontrolados. (Polanco, 2011).

Así mismo La infraestructura vial se puede caracterizar por su predominio en el transporte, su extensa red y su enorme impacto en el desarrollo socioeconómico, espacial y ambiental, todo lo cual requiere una planificación y gestión cuidadosas de la infraestructura vial. En todo el mundo, los gobiernos nacionales tradicionalmente desempeñan un papel importante en el desarrollo de la red de carreteras basándose en la mayoría de los países en un sistema de procedimientos y procesos de planificación, que generalmente implica un arreglo general para la planificación de la programación presupuestaria. Sin embargo, el desarrollo de la infraestructura vial contemporánea ya no es solo un esfuerzo nacional, sino que se distribuye entre muchos niveles gubernamentales, así como entre las partes no gubernamentales: el mercado y la sociedad civil. En consecuencia, la planificación se ha desplazado hacia un enfoque de planificación más colaborativo y la gestión del desarrollo de la infraestructura vial desde la gestión tradicional de proyectos hasta la gestión (adaptativa) de procesos y programas. Esta tendencia se refuerza a medida que el desarrollo vial y su contexto se vuelven más complejos. La infraestructura vial ha traído desarrollo económico en muchas ciudades y regiones, pero también está acompañada de impactos ecológicos y sociales. Un enfoque inclusivo de planificación y gestión que equilibre los

impactos sociales ("personas"), ecológicos ("planeta") y económicos ("beneficios") puede mejorar la infraestructura vial sostenible y su uso. (Tillema, 2021).

Cabe resaltar que la problemática ambiental en las obras de infraestructura vial viene desde hace mucho tiempo atrás, siendo así desde finales de la década de 1980, el desarrollo sostenible ha atraído a mucho interés de agencias gubernamentales, empresas y grupos cívicos, lo que dio lugar a diversas iniciativas de política sectorial. El Brundtland la Comisión definió el desarrollo sostenible como "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Brundtland, 1987). Esta Desde entonces, la definición ha sido ampliamente adoptada en muchos campos del desarrollo.

Bueno et al. (2015, p. 624) definen proyectos de desarrollo de transporte como "sostenibles" cuando "contribuyen a favorecer el desarrollo económico y satisfacer las necesidades de transporte de la sociedad de una manera consistente con las leyes naturales y los valores humanos". En el ámbito de las políticas, muchas políticas sectoriales contribuyen al desarrollo sostenible. Gudmundsson, Hall, Marsden y Zietsman (2016) presentan estas políticas en varios Áreas de actividad del gobierno que brindan bienes y servicios públicos esenciales: salud y medio ambiente, vivienda y desarrollo urbano, manufactura, transporte, agricultura y energía. Öberg, Nilsson, y Johansson (2017) también fundamentan que diversas políticas sectoriales, como la eficiencia económica y de los recursos naturales, la cohesión regional, y la seguridad del transporte, constituyen la cuenta completa de la sostenibilidad de la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T).

Por lo tanto, la sostenibilidad de las redes de infraestructura de transporte es apoyado por muchos elementos sectoriales de diferentes agencias públicas. (Gede B. Suprayogaa, 2020)El

enfoque sectorial proporciona elementos específicos que guían la políticas, programas y planes de desarrollo bajo el control de una agencia específica (Gudmundsson et al., 2016). La aplicación de este enfoque en la planificación de carreteras está profundamente dedicada a mitigar y compensar los impactos ambientales adversos (Heeres, Tillema, & Artes, 2016). Por otro lado, una perspectiva integral enlaza múltiples políticas sectoriales de varias agencias (por ejemplo, biodiversidad protección, uso eficiente de la energía) más allá de lo que una sola agencia puede hacer frente (Gudmundsson et al., 2016; Ramani, Zietsman, Gudmundsson, Hall y Marsden, 2011).

El 100% de la contaminación del aire no es únicamente generada por las obras de construcción en la etapa de preconstrucción, sino por el contrario un gran porcentaje de esta es producto de otras actividades tales como, industrias, combustión de los vehículos, aerosoles entre otras.

Así mismo la problemática ambiental del aire se ve reflejada también en el campo internacional como lo es China donde en los últimos años, la concentración promedio de PM2.5 en la contaminación del aire de China ha disminuido en general, pero la literatura que discute las razones de la disminución es escasa. Este estudio proporciona una explicación de las razones de la disminución de la contaminación del aire en China mediante la construcción y simulación de modelos teóricos. En primer lugar, se utiliza un modelo DGE (Dynamic General Equilibrium), que incluye las dimensiones de tiempo y espacio, para describir el mecanismo de ajuste de la estructura energética y la regulación ambiental que afecta la contaminación del aire en China. En segundo lugar, los parámetros del modelo teórico se ajustan para la simulación. Los resultados de la simulación muestran que el control ambiental del gobierno tiene un efecto político positivo, tanto en la reducción de la contaminación del aire como en la promoción del crecimiento económico, mientras que el ajuste de la estructura energética solo funciona para frenar la contaminación del aire. Simulaciones posteriores encontraron que la efectividad del control

ambiental del gobierno depende de si existen diferencias regionales en la implementación de políticas y la elección de caminos de políticas. En tercer lugar, los datos de panel de 286 ciudades a nivel de prefectura y superior en China de 2010 a 2018 verificaron la simulación. Los resultados empíricos verificaron la disponibilidad del control ambiental gubernamental y el ajuste estructural energético para mejorar la calidad del aire. A partir del análisis de heterogeneidad, el control ambiental del gobierno mostró un mejor efecto de control de la contaminación del aire en las grandes ciudades, y el efecto de política del control ambiental del gobierno fue mejorando gradualmente con el tiempo. Se proponen las siguientes implicaciones de política: la investigación sobre fuentes de energía alternativas, el ajuste de la estructura energética y el desarrollo coordinado del control ambiental del gobierno en varias regiones son las principales estrategias para mejorar la calidad del aire. La adopción de la política de gobernanza "primero rápido y luego lento", diseñando las medidas de control de la contaminación del aire "primero norte y luego sur" y "primero pesado y más ligero" puede lograr mejores efectos de control. (Xianhua Wu, 2021).

## 5. OBJETIVOS

---

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una metodología para el control ambiental en el componente aire en la etapa de precostrucción del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) sector 2 en la Ciudad Bogotá D.C.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los impactos ambientales generados en el componente aire en la etapa de precostrucción del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) sector 2 en la Ciudad Bogotá D.C.
- Seleccionar los criterios de aceptación del control ambiental en el componente aire en la etapa de precostrucción del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) sector 2 en la Ciudad Bogotá D.C.
- Elaborar instructivo para el control ambiental en el componente aire en la etapa de precostrucción del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) sector 2 en la Ciudad Bogotá D.C.

## 6 ALCANCES Y LIMITACIONES

---

Este documento, abordará la problemática sobre los impactos ambientales al componente aire producidos de manera no controlada en la etapa de precostrucción del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) sector 2 en la Ciudad Bogotá D.C., y con esto se realizara la identificación de los impactos en formato y se caracterizaran con el finde ponderarlos y revisar bajo normatividad en que rango se encuentran, y con eso la interventoría tendrá una herramienta para exigir al contratista las estrategias, prácticas y medidas para la mitigación y mejoramiento de estos impactos ambientales negativos, así como un seguimiento mayor al plan de manejo ambiental de la obra.

Este instructivo ayudara a darle a la Interventoría contar con una herramienta practica que ayude a mejorar la el control y seguimiento ambiental en el componente aire de todos los aspectos ambientales que este comprende y que este relacionados en el proyecto, los cuales deben estar también indicados por los distintos entes de control mediante la implementación del estudio de impacto ambiental, licencias, permisos ambientales y el plan de manejo ambiental.

Así mismo este documento es aplicable para proyectos de adecuación al sistema de transporte masivo en ciudades capitales, en donde las condiciones (clima, topografía y transito) se han similares. Se excluye este documento para construcción de vías nuevas, rehabilitaciones y terciarias. Es así que la metodología es una herramienta útil para mejorar el control de la interventoría ambiental en proyectos adecuación vial al sistema de transporte masivo pretendiendo tener un efecto positivo ambiental en los proyectos relacionados al tema de investigación. El documento comprende la ejecución e implementación de medidas de control que ayuden a mejorar y mitigar los impactos ambientales que se generan durante el proyecto de la etapa de



preconstrucción, identificando, analizando y valorando los impactos ambientales; con el fin de generar un instructivo práctico que ayude a mejorar los controles de la interventoría ambiental.

El presente análisis también tiene limitaciones en cuanto a su alcance y desarrollo, las cuales pueden ser ampliadas o mejoradas en trabajos futuros. En cuanto al alcance, no se pretendía elaborar una metodología nueva para identificación y valoración de los impactos ambientales en el componente aire, únicamente se aplicó un método ya desarrollado. Los criterios usados para seleccionar el sistema más completo se obtuvieron de la revisión bibliográfica, y así obtener medidas aquí propuestas para mejorar el componente aire en la parte ambiental. Teniendo en cuenta las restricciones anteriormente descritas, es de vital importancia desarrollar trabajos futuros que contribuyan a mejorar el modelo y permitir la implementación de una metodología estandarizado en el país bajo la normativa ambiental vigente en su momento. Sin embargo, se debe tener en cuenta el alcance de la metodología se efectúa a corto y mediano plazo debido a que el entorno es muy cambiante y se debe realizar un análisis de las características y aspectos para identificación de los impactos principalmente a largo plazo. Finalmente se considera que el éxito de los proyectos se centra en la mitigación de los impactos generando sostenibilidad en los proyectos de infraestructura vial.

## 7 MARCO TEÓRICO

---

A partir de este tipo de desastres ambientales impuesto durante muchos años no calculado en pérdidas hoy día, se fue generando una conciencia ambiental actualmente en algunas entidades en Colombia donde existe una base bibliográfica con las implicaciones ambientales de las obras de Infraestructura vial donde se ha venido trabajando para exigir la implementación de medidas ambientales para la ejecución de los proyectos, algunas han emitido algunas guías de manejo otras tan solo lineamientos, buscando alcanzar objetivos de Sostenibilidad basados en la legislación ambiental del país, sin embargo se presentan dificultades en las interpretaciones, se muestran grandes diferencias en algunos de los objetivos y no se evidencia una integralidad o coordinación institucional para alcanzar objetivos en Gestión Ambiental.

Aún falta una mayor exigencia en la obligatoriedad cumplir las normas ambientales, generar un mayor control y sancionar o incentivar económicamente a los ejecutores de proyectos quienes incumplan o cumplan los requerimientos ambientales hasta que este sea implementado de manera instintiva y consciente como parte de un comportamiento responsable en las practicas constructivas. Gonzales, (1996).

Un ejemplo apropiado de contaminación podría ser el dióxido de carbono en el aire, ya que la presencia de éste ocurre de manera natural, sin embargo, cuando la concentración excede ciertos límites considerados normales se dice que se genera contaminación.

Otros tipos de contaminación pueden ser el ruido o calor. Para la definición de la contaminación también debe considerarse la situación, ya que en ciertas ocasiones el sonido estridente es deseable y en otras no (Albert, 1995).

Para tratar de entender cómo se origina la contaminación, es posible hacer referencia al principio de conservación de la materia manifestada por Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), “la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”. De esta manera, se mantiene un equilibrio en cualquier sistema. Por ejemplo, cuando se pone a hervir agua, el fluido líquido se convierte en gas. Pasa lo mismo cuando utilizan y explotan los recursos naturales del planeta.

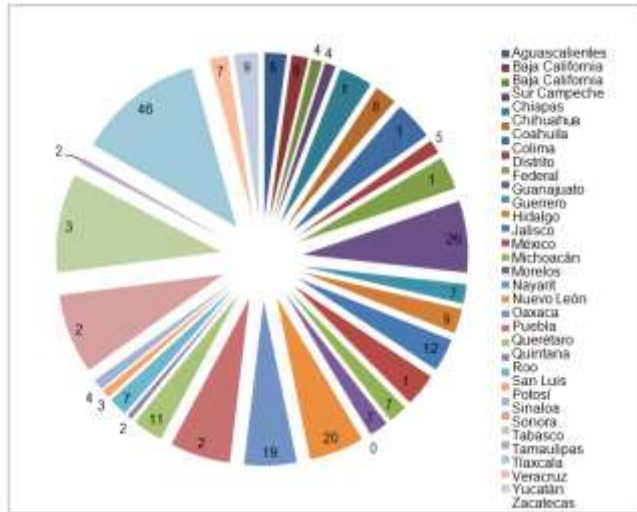
Cuando se explota un yacimiento de petróleo y se utilizan fabricas para refinarlo, éste sólo se convierte. El problema es que el proceso descrito genera residuos, que en este caso son contaminantes como el dióxido de carbono, que en pequeña cantidad no afectan en gran medida el equilibrio, pero conforme se explotan los diferentes bancos de petróleo en el mundo se satura el sistema; viendo a nuestro planeta como sistema (Albert, 1995).

Como ya se dijo, la contaminación también se produce por causas naturales, estas pueden ser las erupciones volcánicas, la erosión de la tierra o los fenómenos meteorológicos que causan desastres (Albert, 1995). Sin embargo, la contaminación natural en ningún momento ha significado un riesgo como la generada por el hombre. Sobre todo, los efectos negativos de este tipo de contaminación a mediano y largo plazo no son relevantes. A diferencia de la contaminación antropogénica, que en muy pocos años ha causado un enorme, y tal vez irreparable trastorno (Albert, 1995).

La contaminación puede ser también generada por otros factores, como los procesos sociales, los cuales pueden ser movimientos demográficos, o crecimiento de poblaciones existentes. Esto ocasiona una acumulación de residuos donde antes no los había. La urbanización sin una debida planeación, por ejemplo, ocasiona grandes problemas con los servicios sanitarios (Albert, 1995). Otra causas sociales podrían ser las relacionadas a la cultura de la población, la educación acerca de la adecuada disposición de residuos, o el consumismo generalizado, son procesos

contaminantes potenciales, así como el uso de aditivos sintéticos para diferentes fines. En México hay diversas fuentes de contaminación, como la actividad minera, que lleva varios siglos de explotación, la industria química y petroquímica, en la refinación del petróleo (SEMARNAT, 2007). Además, una intensa actividad industrial, y una serie de accidentes como fugas derrames e incendios junto con la disposición ilegal de residuos contribuyen a la contaminación de suelos y ríos en nuestro país (SEMARNAT, 2007). De acuerdo con estadísticas de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), cada año se presentan en México un promedio de 550 emergencias ambientales asociadas con materiales y residuos peligrosos. Dentro de los compuestos peligrosos más comúnmente involucrados en emergencias ambientales, se encuentran el petróleo y sus derivados (gasolinas, combustóleo, diesel), agroquímicos, gas LP y natural, entre otros (SEMARNAT, 2007).e) a si mismo el IDU como una entidad que ayuda y fortalece el sostenimiento ambiental en todos sus proyectos de infraestructura vial también implemento en Junio de 2007, una Guía de manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura en el en las zonas aledañas a la ciudad de Bogotá D.C, la cual ayuda a mejorar la Gestión Ambiental en proyectos en el sector rural de la ciudad de Bogotá. Durante el 2009 se registraron 370 emergencias químicas al COATEA (Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales), estas se dividieron por entidades federativas en la siguiente gráfica (PROFEPA, 2010).

**Grafica 4.** Distribución de emergencias ambientales por estados en 2009

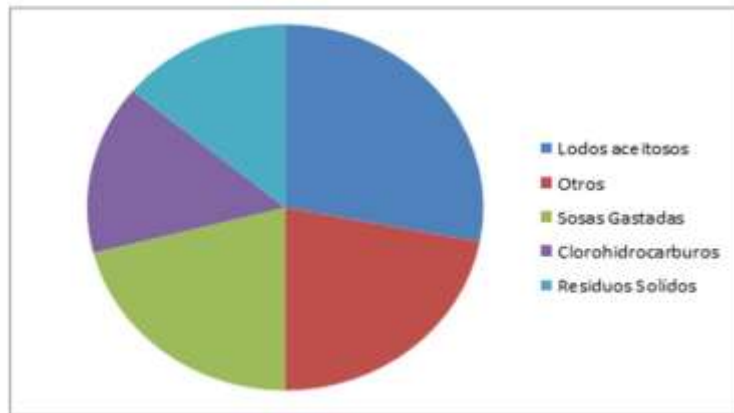


Fuente: (PROFEPA, 2010).

**Grafica 5** Diferentes residuos generados en 2009.

**Generación de residuos peligrosos 2009,  
81.6 Mt (%)**

Lodos aceitosos	28
Otros	22
Sosas Gastadas	21
Clorohidrocarburos	15
Residuos Solidos	14



Fuente: (Pemex, 2010)

En general, casi todos los medios de producción de energía utilizados son contaminantes, eso incluye los que se destinan a los calentadores de agua.

La Asociación Mundial de la Carretera después de más de 100 años, continúa ayudando al cuidado y protección de medio ambiente teniendo en cuenta temas como el calentamiento global que tiene una gran incidencia en los proyectos de infraestructura.

Una gran asociación que ha ayudado a fomentar el cuidado del medio ambiente es la Asociación Mundial de carreteras que hasta el momento de hoy cuenta con 120 personas gubernamentales de todo el mundo y mantiene un estatus consultivo ante el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, desafortunadamente Colombia aún no se encuentra participe en este grupo tan importante en el ámbito del medio ambiente en donde prima la importancia del medio ambiente en los proyectos de infraestructura vial así mismo en mecanismo donde se relatan las experiencias y se cuenta con una base investigativa con base en las experiencias a nivel mundial de manejo en proyectos relacionados con carreteras , esta organización de igual manera se ha visto recientemente más involucrada con la investigación de sostenibilidad, carreteras y medio ambiente, desarrollando una mayor investigación y emitiendo documentos basados en índices de gestión a nivel mundial. Una de las publicaciones donde evidencian los impactos ambientales generados por estos proyectos de infraestructura vial es en la revista *Monitoring of Environmental Impacts of Roads* del año 2012, impactos que se evidencian a nivel mundial y que son analizados por un comité de especialistas durante los años 2008 hasta el 2011., (AIPCR, 2012).

## 8 MARCO CONCEPTUAL

---

A continuación, se presentan los conceptos más importantes que se abordarán a lo largo de la investigación y que servirán de ayuda para la comprensión y ejecución de esta.

### 5.1.1 Descripción de los impactos ambientales en el desarrollo de los proyectos viales

Toda actividad constructiva demanda recursos, movimientos de tierras, suministro de agua, modifica el paisaje y genera una serie de actividades que pesan sobre la metodología que deber ser usada para la identificación y valoración de los impactos ambientales debe contener los resultados de la evaluación de impactos ambientales en escenarios “sin proyecto”, y “ con proyecto”, para las etapas de preconstrucción, construcción y operación.

## 8.1 EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS EN EL ESCENARIO “SIN PROYECTO”

---

Previo al inicio de la evaluación se presenta la metodología utilizada, indicando los criterios para la valoración de impactos y la identificación de las respectivas categorías para la ponderación cualitativa y cuantitativa de los mismos. Se determina preliminarmente el estado actual de los sistemas físico, biótico, socioeconómico y cultural en el área de influencia del proyecto, y partiendo de allí (como referencia del estado inicial) se evalúa la tendencia ambiental, mediante la identificación y evaluación de impactos para un escenario “sin proyecto”. Posteriormente, se realiza la evaluación del escenario “con proyecto”, partiendo de las condiciones y manifestaciones actuales encontradas de cada sistema, endonde se consideran las actividades que involucra la construcción y operación del proyecto.

## 8.2 EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS EN EL ESCENARIO “CON PROYECTO”

---

Previamente a la evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, se definen claramente las actividades del proyecto en su fase de construcción, y se identifican los impactos que cada una de estas actividades ocasionará sobre los componentes ambientales.

## 8.3 MÉTODO DE LEOPOLD

---

Esta matriz fue desarrollada en los años 70 por la Dr. Luna Leopold y colaboradores, para ser aplicada en proyectos de construcción y es especialmente útil, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de aquellos proyectos de los que se prevén grandes impactos ambientales. La matriz sirve sólo para identificar impactos y su origen, sin proporcionarles un valor. Permite, sin embargo, estimar la importancia y magnitud de los impactos con la ayuda de un grupo de expertos y de otros profesionales involucrados en el proyecto. En este sentido representan un avance respecto a las matrices de interacción simple.

La Matriz de Leopold consiste en un listado de 100 acciones que pueden causar impactos ambientales y 88 características ambientales. Esta combinación produce una matriz con 8.800 casilleros. En cada casillero, a su vez, se distingue entre magnitud e importancia del impacto, en una escala que va de uno a diez. La magnitud del impacto hace referencia a su cantidad física; si es grande o pequeño dependerá del patrón de comparación, y puede tener el carácter de



positivo o negativo, si es que el tipo de modificación identificada es deseado o no, respectivamente. La importancia, que sólo puede recibir valores positivos, queda dada por la ponderación que se le asigne y puede ser muy diferente de la magnitud (Espinoza, 2002).

**Tabla 5 Ejemplo Matriz de Leopold**  
**Características ambientales**

		A	B	C	D	E
Acciones	a		7 9			
	b				9 5	

Fuente: Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza

La agregación de resultados se resume en los denominados “promedios aritméticos”, que resultan de dividir el numerador con el denominador (y así obtener un número decimal) y adicionarlos algebraicamente a lo largo de la fila o columna analizada. El promedio aritmético final es el resultado de dividir el número obtenido para el total de celdillas de interacción (marcadas con la diagonal) en la respectiva fila o columna. Esta forma de agregación hace que “se pierda la sensación” de que se está sumando y restando y no permite tener una apreciación real de cuán representativo es una interacción respecto al total de relaciones establecidas de causalidad-efecto.

## 8.4 ASPECTO AMBIENTAL

---

Según la norma ISO 14001 (Cortés, 2005) aspecto ambiental se define como el elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede tener interacción con el medio ambiente. (ISO 14001:04) 5.2.2.

## 8.5 CÓDIGO PENAL RELACIONADO CON LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

---

La legislación colombiana, recogiendo la preocupación mundial en busca de un entorno sano y en aras a conseguirlo, contiene la idea de establecer un manejo adecuado y un uso racional de los recursos naturales brindándoles una eficaz protección jurídica. En el título XI, capítulo único, divulga distintas formas de conducta de delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente. De esta manera se concedió no solamente a los funcionarios públicos sino también a la ciudadanía en general de una valiosa arma de defensa y de protección de los recursos naturales y el medio ambiente, elevando a la categoría delictiva los aprovechamientos, el comercio y el transporte ilícito de los recursos naturales, los daños a los mismos y la contaminación ambiental, entre otros. Los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente que se encuentran dentro del código penal colombiano son:

- Ilícito aprovechamiento de los recursos naturales.
- Invasión de áreas de especial importancia ecológica.
- Manejo ilícito de microorganismos nocivos
- Daños en los recursos naturales
- Contaminación ambiental (en modalidades simple y culposa)
- Experimentación ilegal en especies animales y vegetales
- Pesca y caza ilegales

## 8.6 EVALUACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTO AMBIENTAL

---

La evaluación de impacto ambiental se define como un conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos de la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente (Evaluación de impacto ambiental. Granero. J, Sánchez M.F, Sánchez. A. M).

La Evaluación consta de una serie de pasos concretos regulados por plazos temporales establecidos, cuyo cumplimiento es responsabilidad del órgano ambiental competente.

En dicho procedimiento se debe analizar toda la documentación aportada por el interesado en realizar un proyecto de desarrollo; documentación elaborada con soporte científico – técnico – legal y que por su carácter interdisciplinario no solo considera los problemas ambientales, económicos y socioculturales que el determinado proyecto de desarrollo puede generar, sino que, además, da a conocer las propuestas de corrección o eliminación de las afectaciones al entorno (Canter L. W., 1998)

Al final de la evaluación del impacto ambiental, se debe proferir un dictamen sobre la conveniencia o no de realizar el proyecto de desarrollo y, si se acepta, señalar las condiciones en las que debe ejecutarse.

## 8.7 IMPACTO AMBIENTAL

---

La real academia de la lengua española lo define impacto ambiental como el conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural, como consecuencia de proyectos, obras o actividades.

Para Granero. J, Sánchez M.F impacto ambiental es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización de

un proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación. La alteración neta, positiva o negativa, del medio ambiente. (Granero , Sanchez , & Sanchez ). La definición que más se acerca a definir el impacto ambiental y con la que a criterio de los realizadores de esta investigación se tomara como referencia es la de Conesa (1.997), que define el impacto ambiental de un proyecto sobre el medio ambiente como la diferencia entre la situación futura del entorno si se ejecuta el proyecto (con proyecto), frente a la situación futura del mismo entorno si no se ejecuta el proyecto (sin proyecto), es decir, como debía de haber evolucionado sin dicha ejecución (Conesa Fernandez-Vitora, 1997).

Analizando el concepto desde una parte más técnica se puede definir como el impacto sobre el entorno natural que tiene su origen en una causa, por ejemplo, el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, que genera una perturbación (alteración) positiva o negativa a los componentes del medio ambiente y cuyo impacto se comprende mediante la valoración de la afectación.

Existen diferentes tipos de impacto ambiental y en la práctica un mismo impacto puede ser catalogado en diferentes clases o categorías de impacto. A continuación, se dan a conocer algunas clases de impacto: Entre los diferentes tipos de impacto, se pueden clasificar por variación de la calidad ambiental, por el grado de destrucción, por la extensión, por el momento de manifestarse, por su persistencia, por su capacidad de recuperación, por la relación causa – efecto, por la interrelación de acciones, por su periodicidad y por la necesidad de aplicación de medidas correctoras (Conesa Fernandez-Vitora, 1997).

## **8.8 MEDIO AMBIENTE**

---

El medio ambiente está conformado por la interrelación de factores geofísicos, bióticos, económicos, sociales, culturales y estéticos; interrelación que constituye el entorno de desarrollo

del ser humano, pero condicionando su comportamiento para el alcance a una determinada calidad de vida. En la conferencia de Estocolmo se definió el medio ambiente como un Conjunto de componentes físicos, químicos biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, a corto o largo plazo, sobre los vivos y las actividades humanas (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, 1972). Asimismo, el diccionario de la real academia de la lengua española define el medio ambiente como el conjunto de circunstancias culturales, económicas y sociales en que vive una persona.

## 8.9 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

---

Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos. 5.2.7. Medidas de corrección

Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad. 5.2.8. Medidas de mitigación

Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. 5.2.9. Medidas de prevención

Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. (república C. d., 2010).

## **8.10 GESTIÓN AMBIENTAL**

---

La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

## **8.11 INTERVENTORÍA AMBIENTAL:**

---

La Interventoría Ambiental se define como la toma de responsabilidad directa por la supervisión y el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y específica para el proyecto, así como de los controles y medidas de manejo contenidas en el Plan de Manejo Ambiental, en la licencia o los permisos autorizados y concesiones.

## **8.12 POLVO PROVOCADO POR LAS ACTIVIDADES DE LA CONSTRUCCIÓN:**

---

La mayoría de las actividades de la construcción como excavaciones, rellenos, movimientos de tierra, blanqueo, pintura, azulejado, mezcla de hormigón y trabajos de acabado provocan un efecto adverso sobre el entorno, pues generan una gran cantidad de material particulado. Estos materiales son cemento, áridos, arena, arcilla, cal, madera y carbonato de calcio. La fabricación de estos materiales provoca una exposición cautiva a esas emisiones. Esto significa que los trabajadores, administradores de fábricas y vecinos de esas industrias son los más perjudicados.

Además, los trabajadores que laboran en la obra y emplean esos materiales tienen una alta exposición al polvo emitido por ellos. Diariamente, existe una gran cantidad de personas, que están expuestas y deben respirar ese polvo: trabajadores, vecinos y quienes usan las rutas próximas a las obras en construcción. Los encuestados de Gaza sabían que estos contaminantes son peligrosos, graves, y que producen efectos adversos en la comunidad y en el entorno. El riesgo de exposición al polvo provocado por los vehículos, actividades de la construcción, fabricación o entrega de los materiales de construcción se debe a que producen problemas de salud, especialmente para quienes sufren problemas respiratorios, provoca la degradación del entorno, contaminación del aire, suelo y agua, nubla la visión, daña o ensucia las propiedades y pertenencias, y crea condiciones inseguras de trabajo. Baby et al. (2008) citado por Singh (2011) demuestra que el polvo de cemento contiene metales pesados como: níquel, cobalto, plomo y cromo, contaminantes peligrosos para el ambiente biótico, con impacto adverso para la vegetación, para la salud humana y animal y para los ecosistemas. Diversos estudios han demostrado que existe una relación entre la exposición al polvo de cemento, el deterioro crónico de la función de los pulmones y los síntomas respiratorios en la población humana. El polvo de cemento irrita la piel, la mucosa de ojos y el sistema respiratorio. Su deposición en el tracto respiratorio provoca una reacción básica que aumenta los valores del pH que irrita las mucosas expuestas (Zelege et al., 2010). La exposición al polvo de cemento ha sido asociada al incremento del riesgo de sufrir anomalías del hígado, desórdenes pulmonares y carcinogénesis. Se ha planteado que la reducción de la capacidad antioxidante y el aumento del nivel de peroxidación lipídica del plasma podrían explicar los mecanismos causales de enfermedades (Aydin et al., 2010).

Ijigah et al. (2013) realizó su investigación en Nigeria, encontrando que la "generación de polvo" se encuentra en el 11o lugar con un IIR=0,752, y la "destrucción de la vegetación" se ubica en el

primer lugar con un IIR= 0,841. Li X et.al (2010) realizaron su investigación en los EE.UU., encontrando que la "generación de polvo" ocupaba el segundo lugar y el "uso de acero" el primer lugar. Este resultado indica que las personas en los EE.UU. sabían que el polvo causa un impacto muy importante que afecta al entorno. Zolfagharian et al. (2012) realizaron su investigación en Malasia, encontrando que la "generación de polvo" ocupaba el tercer lugar y que el "recurso transporte" se clasificaba en el primer lugar. Los encuestados estimaron que el "ruido" de la construcción tenía el segundo lugar con un IIR= 0,815. Los resultados podrían deberse a la ausencia de leyes estrictas de mitigación del ruido en la Franja de Gaza. Además, Gaza ha estado amenazada por los conflictos durante décadas, lo que significa que las personas en el área sufren ruidos por distintas causas. La principal causa de ruido se puede agrupar en tres categorías:

- Ruido proveniente de los vehículos en movimiento (por ej., transporte de materiales)
- Ruido proveniente de las actividades de la construcción (por ej., excavación, relleno)
- Ruido proveniente de las herramientas para la construcción (por ej., mezcladora de hormigón, máquinas eléctricas)

En la obra, los trabajadores utilizan herramientas como: mezcladoras de hormigón, trituradoras de hormigón, compactadoras, lijadoras, cepilladoras, cortadoras de disco, taladros y motosierras, y son quienes más sufren por la exposición al ruido derivado de la construcción. También los residentes que viven vecinos a la obra en construcción y quienes usan las calles cercanas a la obra. Lo anterior significa que muchas personas sufren a diario por los ruidos de la construcción, dado el crecimiento de ésta en la Franja de Gaza.



Los encuestados también creían que el ruido puede provocar pérdida de la audición, temporal o permanente, estrés, molestias, accidentes en caso de dificultar seriamente la comunicación entre los trabajadores u ocultar las señales auditivas de advertencia. Los encuestados indicaron que los ruidos de la construcción podían provocar trastornos sociales en sus hogares, trabajos y cuando intentaban dormir. Potencialmente, los ruidos de la construcción pueden molestar a las personas las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Los efectos del ruido en la salud son consecuencia de los elevados niveles de ruido. Un elevado nivel de ruido en el lugar de trabajo u otros ruidos puede producir deterioro de la audición, hipertensión, enfermedades cardíacas isquémicas, molestias y perturbación del sueño. Cambios en el sistema inmunológico y defectos de nacimiento han sido atribuidos a la exposición al ruido (Passchier-Vermeer y Passchier, 2000). Se sabe que la exposición al ruido induce el tinitus, hipertensión, vasoconstricción y otros efectos cardiovasculares adversos (WRUC, 2007). Ijigah et al. (2013) realizaron su investigación en Nigeria, encontrando que la "contaminación por ruido" se ubicaba en el sexto lugar con un IIR= 0,794. Zolfagharian et al. (2012) realizaron su investigación en Malasia y encontraron que la "contaminación por ruido" se ubicaba en el 2o lugar.

## 9 METODOLOGÍA

---

El objetivo central de la metodología es describir la forma y procesos que se optaron para evaluar y desarrollar este trabajo. La metodología que se siguió, está compuesta de una serie de etapas y fases planteadas.

**Tabla 2:** Descripción de la metodología

ETAPAS	FASES
<b>ETAPA PRELIMINAR Y EXPLORATORIA</b>	<b>Fase I.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reconocimiento del estado ambiental actual del proyecto.</li><li>• Descripción y caracterización del área de influencia del proyecto</li><li>• Clasificación de impactos ambientales al componente aire en positivos (+) y Negativos (-)</li></ul>
<b>ETAPA DESCRIPTIVA</b>	<b>Fase II.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión bibliográfica</li></ul>
<b>ETAPA EXPERIMENTAL</b>	<b>Fase III.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Valoración de impactos ambientales a través de una lista de chequeo</li><li>• Elaboración de matriz de impacto ambiental de acuerdo al método de Leopold.</li></ul>
<b>ETAPA DE EVALUACIÓN Y CONCLUYENTE</b>	<b>Fase IV:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración de formato para revisión del control de la interventoría ambiental en el componente aire</li></ul>

**Fuente:** Autores, 2021

## 9.1 ETAPA PRELIMINAR Y EXPLORATORIA

---

**Fase I: Reconocimiento del estado ambiental actual del proyecto:** En esta fase se realizaron tres visitas de campo al proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) sector 2 en la Ciudad Bogotá D.C donde se identificó las condiciones ambientales de acuerdo al componente aire en las que se encuentra la comunidad; De acuerdo a estas visitas se analizó los posibles impactos ambientales generados por la ejecución del proyecto en la etapa de preconstrucción

**Descripción y caracterización del área de influencia del proyecto:** En esta fase se inicia con la elaboración de una lista de actividades previas las cuales se requieren para identificar con claridad todos los aspectos ambientales en el componente aire que hacen parte del proyecto que afectan directa o indirectamente. Con base en esta lista de información definida, se procede a elaborar el registro de seguimiento Ambiental- componente aire, necesario para realizar seguimiento al cumplimiento de los parámetros ejecutados por el contratista, establecidos en el PMA del proyecto.

### **Clasificación de impactos ambientales al componente aire en positivos (+) y Negativos (-)**

Se continua con la elaboración de un registro de seguimiento ambiental el cual se basa en los conceptos de lista de verificación o chequeo, con el objeto de evaluar la probabilidad de ocurrencia de los impactos o efectos ambientales asociados a las actividades desarrolladas dentro de la etapa de preconstrucción en el componente aire

## 9.2 ETAPA DESCRIPTIVA

---

- **Fase II: Revisión Bibliográfica:** Se inició la búsqueda de información con las bases de datos del sistema bibliotecario que se encuentren en la universidad Distrital, teniendo como base temas acerca de impactos ambientales al componente aire en la etapa de preconstrucción en proyectos de infraestructura vial.

Luego se realizó la investigación acerca de estudios realizados en nacional e internacionalmente en las revistas indexadas, con diferentes impactos ambientales a proyectos de infraestructura vial, esto con el fin de determinar la línea base de la investigación.

Complementario a esto, se realizó un análisis de la información y los formatos que produce las entidades como manuales de interventoría para establecer el primer modelo de desarrollo de la plataforma tecnológica que almacene estos datos y los procese para la creación de informes e Implementar de alguna forma un proceso de control administrativo basado en la gestión integral del grupo interdisciplinario que conforma la interventoría lo que permitirá entregar indicadores en tiempo real.

Tomando como punto de partida los diferentes formatos o registro establecidos en los manuales de interventoría de las entidades estatales, se realizó una caracterización cualitativa del contenido de estos registros de las principales variables que definen un dato como indicador, ejemplo: Porcentaje de ejecución. Metodológicamente se consideró realizar la esquematización del proceso de control administrativo a título general pues no nos concentremos en el contenido específico y detallado del contenido de los registros para precisar cada indicador

**Tabla 3:** Características en la revisión de manuales interventoría- Revisión a los manuales de interventoría y sus requerimientos

Características	IDU		SENA	FONADE
Existencia de formatos y registros	✓		✓	✓
Exigencia al control Ambiental	✓		✓	✓
Exigencia al control administrativo	✓		✓	✓
Exigencia al control Presupuestal	✓		✓	✓
Exigencia al control de sistema de seguridad social	✓		✓	✓
Exigencia de registrar eventos Modificaciones, suspensiones, liquidaciones	✓		✓	✓
Exigencia de mantener informado	✓		✓	✓

Fuente: Autores,2021

## 9.3 ETAPA EXPERIMENTAL

---

- **Fase III:**

### Valoración de impactos ambientales a través de una lista de chequeo

En esta fase en el seguimiento ambiental de interventoría se toma información primaria y secundaria consignada en la línea base del proyecto, para identificar los efectos que se presentan durante la etapa de preconstrucción del proyecto, se fundamenta también en la

información recopilada en recorridos en campo (identificación de aspectos negativos- y positivos +). Este registro de seguimiento ambiental y valoración de impactos es un modelo para hacer un mejor control de la Interventoría a planes de manejo ambiental; este registro consta de 2 componentes:

1- Identificación de requerimientos ambientales y parámetros a evaluar. estos se basan en la información establecida en el EIA, licencia ambiental y PMA del proyecto.

2- Valoración de los impactos ambientales al aire ejecutados en el proyecto mediante metodología de Leopold

### **Elaboración de matriz de impacto ambiental de acuerdo al método de Leopold.**

En esta fase de realizar la identificara los impactos de acuerdo a la metodología de Leopold el cual es un procedimiento para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto de desarrollo y, por tanto, para la evaluación de sus costos y beneficios ecológicos (Leopold et al., 1971). Esta evaluación constituye una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

La matriz de Leopold (ML) fue desarrollada en 1971, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EE.UU. de 1969. La ML establece un sistema para el análisis de los diversos impactos. El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El principal objetivo es garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto.

La evaluación del impacto ambiental es la penúltima de una serie de pasos o etapas que se describen a continuación:

- A. Declaración de los objetivos del proyecto.
- B. Análisis de las posibilidades tecnológicas para lograr el objetivo.
- C. Declaración de una o varias acciones propuestas, incluyendo alternativas, que puedan causar impacto ambiental.
- D. Descripción de las características y condiciones del medio ambiente, antes del inicio de las actividades.
- E. Descripción de las acciones propuestas, incluyendo un análisis de costos y beneficios.
- F. Análisis de los impactos ambientales de las acciones propuestas.
- G. Evaluación de los impactos de las acciones propuestas sobre el medio ambiente.
- H. Resumen y recomendaciones.

## 9.4 ETAPA DE EVALUACIÓN Y CONCLUYENTE

---

- **FASE IV:**

### **Elaboración de formato para revisión del control de la interventoría ambiental en el componente aire**

La Interventoría requiere contar con una herramienta practica que facilite la revisión de los requerimientos ambientales en la etapa de preconstrucción en el componente aire ejecutados en el proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) sector 2 en la ciudad de Bogotá D.C, los cuales son establecidos por los mecanismos de control, a través del EIA, Licencias Ambientales, PMA.

De allí surge la necesidad de elaborar un registro de seguimiento ambiental el cual se basa en los conceptos de lista de verificación o chequeo, con el objeto de evaluar la probabilidad de

ocurrencia de los impactos o efectos ambientales asociados a las actividades desarrolladas dentro de la obra.

Dicho registro seguimiento ambiental de interventoría toma información primaria y secundaria consignada en la línea base del proyecto, para identificar los efectos que se presentan durante la preconstrucción de la obra de infraestructura vial, así mismo se fundamenta también en la información recopilada en recorridos en campo (identificación de aspectos negativos-y positivos).

Para la elaboración de este formato se tiene en cuenta lo siguiente:

### **Formato registro de seguimiento ambiental**

#### **Descripción del Formato:**

Metodología de los parámetros establecidos en el registro de seguimiento ambiental de la interventoría:

- **Nombre de la Interventoría:** nombre de la empresa, consorcio, con el que se identifica la Interventoría.
- **Formato No:** Es el número del formato establecido por la empresa para su control de calidad.
- **Objeto del contrato:** Nombre del contrato desarrollado por la Interventoría.
- **Periodo evaluado:** Fecha de inicio y terminación en que se realiza el seguimiento (semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral)
- **Contratista:** Nombre del contratista (Consortio, empresa, persona natural etc.) que ejecuta el proyecto.
- **Ficha:** Nombre y número designado en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) a los programas establecidos.



- **Requerimiento ambiental:** Nombre de la ficha del PMA a evaluar.
- **Parámetros a evaluar:** Medidas y acciones a desarrollar establecidos en el PMA del proyecto que debe ejecutar el contratista.

Así mismo para la realización del formato se debe tener en cuenta y llevar una lista de chequeo lo siguiente.

- ✓ Evitar el sobrecargue de las volquetas, se prohíbe el “morro” usual.
- ✓ El mantenimiento de los equipos y maquinaria debe garantizar la perfecta combustión de los motores, con el objeto de disminuir las emisiones contaminantes. El Contratista deberá entregar al Interventor copia de los certificados de emisiones vigentes de volquetas y vehículos empleados en la obra y en la medida en que ingresen nuevos igualmente se debe cumplir con este requerimiento.
- ✓ Es fundamental que el Contratista concientice al personal sobre la necesidad de ser prudentes en la movilización de la maquinaria, el inspector del frente de trabajo debe vigilar y controlar que el desplazamiento de cualquier vehículo se realice a una velocidad prudente con el fin de evitar las oleadas de polvo.
- ✓ Se humectará mediante riego artificial por aspersión las vías destapadas utilizadas por los equipos para minimizar el efecto contaminante. La rata de aplicación del agua será entre los 0,9 y 3,5 litros por metro cuadrado y la máxima velocidad de aplicación será de 5 Km/h. Esta medida debe ser aplicada en días secos, tantas veces como se requiera y en los sitios que especifique la Interventoría.
- ✓ Controlar la velocidad y la carga de los camiones, para evitar la caída de materiales.

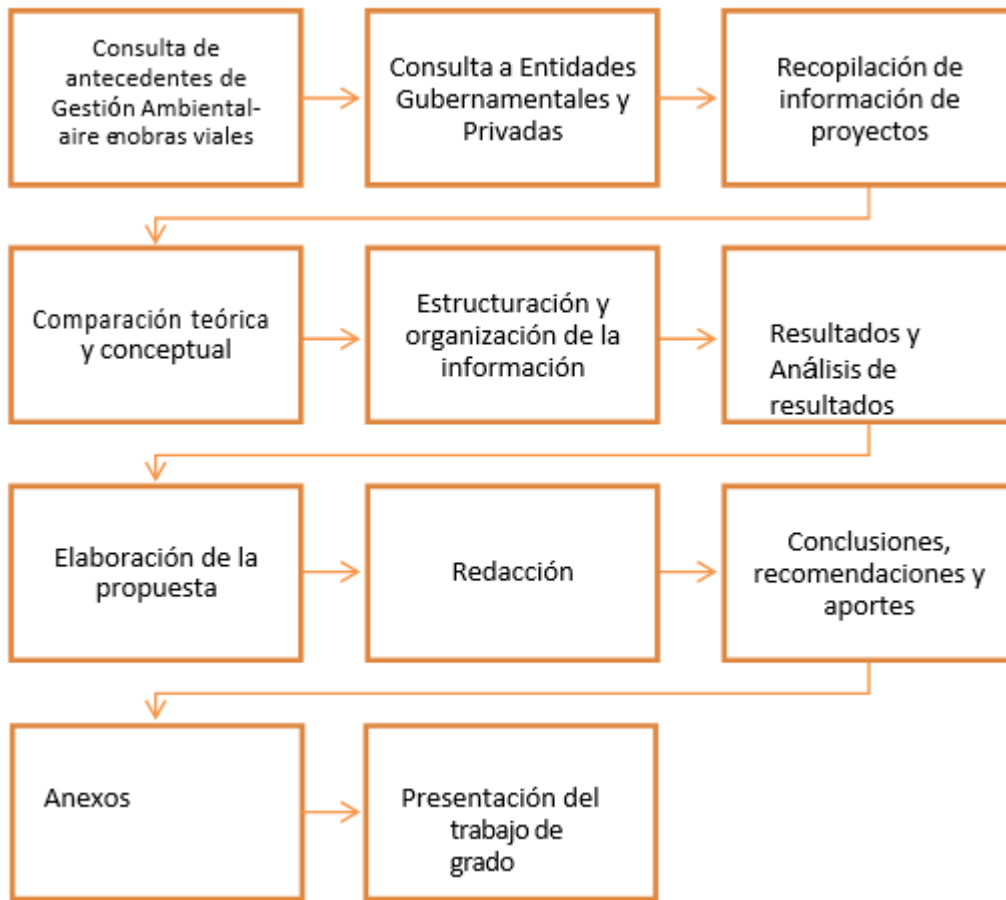
Durante el desarrollo del proyecto en esta etapa se realizó a través de técnicas de recolección de datos la cual se presenta en la Tabla 4 de Matriz Metodológica.

**Tabla 4: Matriz metodológica**

Objetivos Específicos	Técnicas de recolección de Datos	Actores, Entidades, comunidades.	Resultados.
Identificar los impactos ambientales generados en el componente aire en la etapa de preostruccion del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) sector 2 en la Ciudad Bogotá D.C.	Revisión de información primaria.	Investigador. Alcaldía Consocio Eucarístico	Diagnóstico del estado de arte.
	Observación directa	Comunidades. Autoridades Ambientales.	Gestión Ambiental- calidad del aire Proyecto que cuente con la gestión ambiental componente aire.
Seleccionar los criterios de aceptación del control ambiental en el componente aire en la etapa de preostruccion del proyecto adecuación al sistema Transmilenio	Consultas de metodologías de Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.	Investigador	Diagnóstico de la evaluación de impactos ambientales – aire por la obra vial.
	Consultas de metodologías de Matriz		Diagnóstico de evaluación del riesgo de los

**Fuente:** Autores, 2021

**Gráfico 3:** Planeación metodológica para la construcción de la metodología



**Fuente:** Autores, 2021

## 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

Los resultados de la implementación de la metodología para el control ambiental en el componente aire en la etapa de precostrucción del proyecto adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) sector 2 en la ciudad de Bogotá D.C , contribuyen a mejorar la sostenibilidad del entorno ambiental en el componente aire y su deterioro se ve menormente afectado por el desarrollo de las actividades que involucran las infraestructuras viales, de esta manera la metodología tendrá que ser usada como una herramienta que ayude a visualizar los aspectos ambientales alterados en el componente aire por las obras en la etapa de preconstrucción para el desarrollo sostenible ambiental de la ciudad y de las comunidades aledañas.

Para esta metodología se desarrollaron indicadores de evaluación los cuales a criterio de los investigadores les dio un valor cuantitativo de 0 a 100% siendo 0 la calificación más baja y siendo 100 la máxima de acuerdo al comportamiento ambiental o desempeño en la ejecución de actividades de preconstrucción. A continuación, en la Tabla 5 se presenta la calificación de indicadores de desempeño ambiental en el componente aire del caso de estudio presentado en esta investigación.

**Tabla 5:** Indicadores de desempeño ambiental- componente aire- caso estudio

INDICADORES AMBIENTALES							
REQUERIMIENTOS AMBIENTALES- CALIDAD DEL AIRE (RESOLUCIÓN 2254 DEL 2017 Y RESOLUCIÓN 0627 DE 2006)	Neta	DESEMPEÑO AMBIENTAL-COMPONENTE AIRE- PRECOSTRUCION					
CAPACITACIÓN AMBIENTAL	100%	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
MANEJO INTEGRAL DE MATERIALES DE DEMOLICIÓN	100%	60%	60%	60%	65%	80%	65%
CONTROL DE LAS DEMOLICIONES	100%	30%	30%	30%	40%	80%	42%
MANEJO DE ESCOMBROS	100%	30%	30%	30%	60%	60%	42%
MANEJO DE RUIDO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA AMARILLA EN DEMOLICÓN.	100%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
MONTAJE CAMPAMENTO PREFABRICADO EN LAMINA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TRASLADO DE CONTENEDORES	100%	80%	80%	80%	85%	90%	83%
CERRAMIENTO DE OBRA (INCLUYE PROVISIONAL POLISOMBRA). TRABAJOS PRELIMINARES VARIOS	100%	80%	80%	80%	80%	100%	84%
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS VARIOS	100%	60%	60%	60%	80%	100%	72%

**Fuente:** Autores, 2021

**Tabla 6:** Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental

ACTIVIDADES		FACTORES AMBIENTALES						
		CLIMA	AIRE	POBLACION	PAISAJE	ECONOMIA	ESTILO DE VIDA	PROPIEDAD
PRECONSTRUCCIÓN	DEMOLICIONES	X	X		X			X
	TRALADO DE ESCOMBROS POR EQUIPOS Y MAQUINARIA AMARILLA EN DEMOLICÓN.		X		X			
	MONTAJE CAMPAMENTO PREFABRICADO EN LAMINA		X	X	X			
	TRASLADO DE CONTENEDORES		X	X	X			
	CERRAMIENTO DE OBRA (INCLUYE PROVISIONAL POLISOMBRA). TRABAJOS PRELIMINARES VARIOS		X		X			
	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS VARIOS		X	X	X			

**Fuente:** Autores, 2021

**Tabla 7:** Actividades del proyecto VS impactos

<b>Factores Ambientales</b>	<b>Impactos</b>
<b>Aire</b>	Alteración de la calidad del aire por aumento en las emisiones de emisiones de CO2, emisión de gases y emisión de material particulado
<b>Economía</b>	Aumento en el valor de los predios (plusvalía) de la zona
<b>Servicio</b>	Mejor transpirabilidad por las vías vehiculares y peatonales
<b>Salud</b>	Se presentaría efectos negativos, en la salud, por el aumento de partículas en suspensión en el ambiente al aumentar los niveles de polvo en suspensión y se aumentarían enfermedades respiratorias
<b>Social</b>	Generación de enfermedades auditivas
<b>Paisaje</b>	Se generaría una alteración estética por la infraestructura construida suprimiendo ruidos y humos e incrementando la convivencia.

**Fuente:** Autores, 2021

**Tabla 8: Matriz de Impacto Ambiental – Leopold**

FASE	ACTIVIDAD	ASPECTOS AMBIENTALES	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	CLASIFICACIÓN	ATRIBUTOS						TOTAL
					CARÁCTER	D	P	R	C	Mg	Ex	
PRECONSTRUCCIÓN	DEMOLICIONES	Emisiones de CO2	Aire	Alteración de la calidad del aire	-	1	1	1	5	1	1	10
		Emisión de gases			-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de material particulado			-	5	5	5	5	5	1	26
		Emisión de ruido			-	5	5	5	5	5	1	26
		Emisión de material particulado	social	Generación de enfermedades respiratorias	-	5	5	5	5	5	1	26
		Emisión de ruido		Generación de enfermedades auditivas	-	5	5	5	5	5	1	26
	TRALADO DE ESCOMBROS POR EQUIPOS Y MAQUINARIA AMARILLA EN DEMOLICÓN	Emisiones de CO2	Aire	Alteración de la calidad del aire	-	1	5	5	5	5	3	24
		Emisión de gases			-	1	1	1	0	1	3	7
		Emisión de material particulado			-	1	3	5	5	5	3	22
		Emisión de ruido			-	1	5	1	5	4	3	19
		Emisión de material particulado	social	Generación de enfermedades respiratorias	-	1	3	5	5	5	3	22
		Emisión de ruido		Generación de enfermedades auditivas	-	1	3	5	5	4	3	21
	MONTAJE CAMPAMENTO PREFABRICADO EN LAMINA	Emisiones de CO2	Aire	Alteración de la calidad del aire	-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de gases			-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de material particulado			-	1	1	1	5	3	1	12
		Emisión de ruido			-	1	3	5	5	3	1	18
		Emisión de material particulado	social	Generación de enfermedades respiratorias	-	1	1	1	0	3	1	7
		Emisión de ruido		Generación de enfermedades auditivas	-	1	3	5	5	3	1	18
	TRASLADO DE CONTENEDORES	Emisiones de CO2	Aire	Alteración de la calidad del aire	-	1	1	5	5	5	1	18
		Emisión de gases			-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de material particulado			-	1	1	1	5	3	1	12
		Emisión de ruido			-	1	2	5	5	3	1	17



CERRAMIENTO DE OBRA (INCLUYE PROVISIONAL POLISOMBRA). TRABAJOS PRELIMINARES	Emisión de gases			-	1	1	1	0	1	1	5		
	Emisión de material particulado			-	1	1	1	5	3	1	12		
	Emisión de ruido			-	1	2	5	5	3	1	17		
	Emisión de material particulado	social	social	Generación de enfermedades respiratorias	-	1	1	1	5	3	1	12	
	Emisión de ruido			Generación de enfermedades auditivas	-	1	3	5	5	3	1	18	
	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS VARIOS	Emisiones de CO2	Aire	Aire	Alteración de la calidad del aire	-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de gases				-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de material particulado				-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de ruido				-	1	1	5	0	1	1	9
		Emisión de material particulado	social	social	Generación de enfermedades respiratorias	-	1	1	1	0	1	1	5
		Emisión de ruido			Generación de enfermedades auditivas	-	1	1	5	0	1	1	9
	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS VARIOS	Emisiones de CO2	Aire	Aire	Alteración de la calidad del aire	-	1	1	1	0	1	1	5
Emisión de gases		-				1	1	1	0	1	1	5	
Emisión de material particulado		-				1	1	5	0	1	1	9	
Emisión de ruido		-				1	1	1	0	1	1	5	
Emisión de material particulado		social	social	Generación de enfermedades respiratorias	-	1	1	5	0	1	1	9	
Emisión de ruido				Generación de enfermedades auditivas	-	1	1	1	0	1	1	5	

Fuente: Autores, 2021

**Tabla 9:** Criterios para la Evaluación de Impactos

Criterios para la evaluación			
Rangos para calificación: 1-5 donde 5 es muy significativo y 1 no significativo			
Severidad de los impactos	Clasificación del impacto	Duración en tiempo de obra	Cuantificación de impacto
<b>Magnitud (tamaño)</b>	Muy alta		5
	Alta		4
	Media		3
	Baja		2
	Muy baja		1
<b>Duración (tiempo)</b>	Muy larga o permanente	Mayor a 10 años	5
	Larga	Entre 7-10 años	4
	Media	Entre 4-7 años	3
	Corta	Entre 1-4 años	2
	Muy corta	Menor a 1 año	1
<b>Extensión (área)</b>	Regional		5
	Local		3
	Puntual		1
<b>Recuperabilidad</b>	Recuperable		1
	Irrecuperable		5
<b>Perturbación</b>	Importante		5
	Regular		3
	Escasa		1
<b>Carácter</b>	Positivo		-5
	Neutro		0
	Negativo		5

Cuantificación del impacto ambiental final	
<b>Alto</b>	<b>&gt; 25</b>
<b>Medio</b>	<b>16-24</b>
<b>Bajo</b>	<b>1-15</b>

**Fuente:** Autores, 2021

**Tabla 10: Medidas de prevención y/o mitigación**

		IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDAD CAUSANTE	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	LUGAR DE APLICACIÓN
COMPONENTE AMBIENTAL	AIRE	Alteración de la Calidad del aire por la emisión de material particulado y gases	Transporte de herramientas, movimiento de maquinaria, transporte de material excedente, limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Humedecer la superficie del suelo de estas áreas, para disminuir la emisión de partículas.</li> <li>- Cubrir el material transportado en volquetes con un manto de lona.</li> <li>- Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.</li> <li>- La pintura a utilizarse se hará haciendo uso de brochas y no sopletes y se usará pintura sin plomo.</li> </ul>	En todos los frentes de trabajo, durante la fase de obras preliminares y movimiento de tierras.
		Aumento de los niveles de ruido	Transporte de herramientas, movimiento de maquinaria, transporte de material excedente, limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar maquinaria en buen estado mecánico, los motores deberán contar con silenciadores.</li> <li>- Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.</li> <li>- Las actividades se realizarán en horario diurno y vespertino, para evitar la generación de ruidos molestos durante la noche.</li> <li>- Realizar un adecuado mantenimiento de los caminos de acceso a la obra, con el fin de evitar la emisión de partículas de polvo.</li> <li>- La superficie de tierra suelta que genera polvo, se mantendrá húmeda con agua. Los materiales excedentes serán evacuados a botaderos.</li> </ul>	En todos los frentes de trabajo, durante la fase de obras preliminares y movimiento de tierras.
	BIOLOGICO	Perturbación y desplazamiento de las escasas especies que habitan.	Construcciones provisionales para maquinarias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar ruidos molestos sobre todo en las noches para no disturbar a la escasa fauna que permanece en el lugar.</li> </ul>	En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases.
	PAISAJE	Alteración del paisaje	Obras preliminares, movimiento de tierras, obras de concreto y pintado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cercar el lugar de trabajo, en la medida de lo posible, mientras duren los trabajos de construcción.</li> <li>- El material excedente deberá ser dispuesto temporalmente en las áreas asignadas para este fin, para luego ser dispuesto en el lugar autorizado por la Municipalidad Provincial de El Collao.</li> </ul>	En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases.
	SOCIO ECONOMICO	Riesgos a la salud de las personas. Riesgos en la seguridad de las personas	Construcciones provisionales, movimiento de tierras, pintado. Obras preliminares, movimiento de tierras, pintado de tráfico lineal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de mascarillas y guantes por el personal que labora directamente en esta obra.</li> <li>- Restricción del paso de los transeúntes.</li> <li>- Control de generación de partículas (Ver lo referente a aire)</li> <li>- Control de los niveles de ruidos (Ver lo referente a aire).</li> <li>- Uso de equipos de seguridad por el personal que trabaja directamente en la obra</li> <li>- Señalización de las zonas peligrosas.</li> <li>- Restricción del paso a los transeúntes.</li> <li>- Instrucciones al personal para evitar accidentes.</li> </ul>	En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases. En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases.

Fuente: Autores, 2021



**Tabla 11:** Elaboración formato registro seguimiento ambiental de interventoría.

<b>Nombre del consorcio:</b>		Lista de Chequeo PMA	Formato No MA - 01 Rev. 0			
			Fecha: 15 de Octubre de 2021			
INTEVENTORIA AMBIENTAL PARA EL CONTROL AMBIENTAL EN LA ETAPA DE PRECONSTRUCCION DEL PROYECTO ADECUACIÓN AL SISTEMA TRANSMILENIO DE LA AVENIDA CONGRESO EUCARÍSTICO (CARRERA 68) SECTOR 2 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C						
1- LISTA DE CHEQUEO			Ficha 1: Control de emisiones atmosféricas			
Requerimiento Ambiental	Parámetro a Evaluar	%Ponderación de Parámetros	Valor Calificado al Cumplimiento (0-5)	Grado de Afectabilidad	Ponderado	Observaciones
Ficha 1. Control de emisiones atmosféricas.	1. Los vehículos y maquinaria cuentan con sus respectivos certificados de emisiones de gases y están vigentes.	15%	4		0,12	Es obligación del contratista remitir a la interventoría el formato de inspección donde se evidencia el estado actual del vehículo y si cumple con la fecha de emisión de gases.
	2. Se da Cumplimiento a la Resolución 541 de 1994, en cuanto al transporte de materiales y escombros en volquetas sin sobrecarga (morro) y debidamente carpadas	20%	4		0,16	Se evidencia que en la zona son pocas las volquetas que transitan sin estar debidamente carpadas en las vías externas
	3. En los frentes de trabajo se confina, aíslan y cubren las demoliciones y los materiales granulares adecuadamente para evitar aspersion de material particulado por efecto del viento	10%	3		0,06	Las zonas intervenidas en la etapa de pre construcción como las demoliciones no se evidencia mayor aislamiento de la zona

4. Se realizan humectaciones periódicas en las vías evitando el aporte de material particulado a la atmosfera. Se llevan registros y se anexa al informe mensual.	15%	3		0,09	No se ve constante humectación por parte del contratista
5. Se capacita y concientiza al personal sobre la afectación del ruido y de la calidad de aire por concentración de material particulado	15%	2		0,06	No se evidencia que sean representativas dichas capacitaciones
6. Se realizan monitoreos de aire y ruido periódicamente, se mantienen los niveles dentro del rango de la normatividad, se lleva un registro y se anexa al informe mensual.	10%	2		0,04	El contratista cumple con la realización de los monitoreos requeridos
7. Se cumple con los límites de velocidad máxima en vías principales y de obra (40 y 20 KPH) volquetas y vehículos para minimizar la proyección de material particulado.	15%	3		0,09	El contratista ha ubicado a lo largo del proyecto la señalización necesaria estableciendo la velocidad máxima en obra, en el sector de bocatoma en la vía de acceso se presenta exceso de velocidad.
					Porcentaje de cumplimiento de la ficha
	Leve	Medio	Alto		Grado de Afectabilidad

Fuente: Autores, 2021

**% Ponderación de parámetros:** porcentaje de afectación del parámetro a evaluar, establecido al interior del formato. La sumatoria de los porcentajes de cada uno de los parámetros a evaluar debe dar 100 % para la ficha.

**Valor calificado al cumplimiento (0-5):** se califica el cumplimiento de cada uno de los parámetros a evaluar que debe ejecutar el contratista de 0 -5 siendo 0 el valor más bajo de cumplimiento y 5 el más alto.

**Grado de afectabilidad:** de acuerdo al porcentaje del registro obtenido se determina el grado de afectabilidad de la siguiente manera:

Valor calificación (0-100)

0 – 59 Alto	
60- 80 Medio	
81 -100 Leve	

**Valor ponderado:** Este valor se obtiene multiplicando el % de ponderación de cada uno de los parámetros a evaluar con el valor calificado del cumplimiento dividido 5.

**Observaciones:** Se describen las actividades verificadas en obra (recorridos diarios, avance de obra ejecutado) y en oficina revisión de informes entregados por el contratista (monitoreos, consultas).

**Porcentaje de cumplimiento del formato:** La sumatoria de cada uno de los valores ponderados da como resultado el porcentaje de cumplimiento de la ficha.

De acuerdo a las matrices y los formatos a realizar se evidencia que el impacto negativo más notable es el deterioro del ambiente en el componente aire debido al excesivo tráfico de maquinaria pesada que generan gases contaminantes y material particulado al ambiente, junto con el material particulado generado por las demoliciones. Con las medidas de control y prevención se establecerán lineamientos que disminuirán y mantendrán

controlados los niveles tanto de contaminación como de seguridad para la zona en la etapa de preconstrucción.

Los impactos presentados son durante la construcción de la trocal, una vez finalizada la carretera no existirán impactos ya que no habrá materiales de construcción en la zona ni generación de polvo por el transporte de los mismos o ruidos producidos por maquinaria pesada. Esto indica que la tranquilidad con respecto a contaminación de material particulado y ruido será más tranquila una vez finalizada la carretera.

El resultado del desempeño ambiental de la tabla 5 para el caso de estudio arroja una calificación de desempeño ambiental-calidad del 60% a nivel general demostrando la importancia de evaluar los resultados y donde se evalúa los Lineamientos definidos para la gestión ambiental.



## 11 APORTES Y RECOMENDACIONES

### 11.1 APORTES

---

La metodología se puede incluir a los nuevos proyectos de infraestructura con el fin de mitigar los impactos ambientales generados en etapa de preconstrucción en el componente aire para promover el desarrollo sostenible a través del sector de infraestructura vial.

Este modelo de guía metodológica expuesta, es versátil a lo largo de la duración y dependiendo del tipo de los proyectos , debido a las actividades que se vayan ejecutando y las condiciones de la obra, se irá actualizando para dar en todo momento cumplimiento a la normatividad vigente en su momento, a los requerimientos ambientales del proyecto y al PMA o licencia ambiental si aplicara al proyecto, realizando las respectivas modificaciones y cumpliendo con el pliego de condiciones y especificaciones de la obra.

La metodología logra disponer la manera metodológica al momento de estructurar una gestión integral ambiental para proyectos de infraestructura vial, la cual se hace de forma eficaz y ayuda a generar adecuados análisis de indicadores e impactos para la evaluación ambiental además se logra una planificación ambiental estratégica en los proyectos de infraestructura vial que es fundamental para un conveniente desarrollo dentro de los controles de la interventoría ambiental.

De acuerdo a la evaluación de los indicadores de desempeño ambiental en el proyecto se contribuye al mejoramiento de la gestión ambiental aportando mejor conceptualización y enriqueciendo el cambio hacia la protección del entorno ambiental acorde con la ejecución

de las obras, así mismo los proyectos de infraestructura vial debe ser adaptada a las características ambientales del territorio y no debe ser una imposición sobre el sistema ecológico o sobre el paisaje, sin tener en primera instancia el avance económico.

## 11.2 RECOMENDACIONES

---

El desarrollo del presente trabajo permite vislumbrar que la gestión ambiental de las obras de infraestructura vial está inclinada más por el cumplimiento de requisitos legales y por evitar multas o sanciones, que por garantizar la sostenibilidad ambiental en el componente aire. A pesar de esto el método funciona, es por esto que se recomienda que el cumplimiento de los requisitos ambientales en este tipo de proyectos se establezca como una obligación contractual para los trabajadores y empresas contratistas, partiendo que en el contexto real y cotidiano de las ciudades como Bogotá, la sostenibilidad ambiental-componente aire de una obra vial es más que todo un objetivo impositivo para lograrlo, puesto que cumplirlo de forma voluntaria requiere de cambios más profundos, cambios arraigados en la cultura de la sociedad colombiana que no ha comprendido ni asimilado totalmente la trascendencia de la temática ambiental.

Por otra parte, la interdisciplinariedad en este tipo de proyectos debe concebirse no como un obstáculo sino como un escenario de interacción de distintos conocimientos que pueden generar estrategias y fortalecer el desarrollo de los proyectos, por esta razón se sugiere fomentar la articulación, comunicación y retroalimentación entre las diferentes dependencias y actores que intervienen en el desarrollo del proyecto en la etapa de

preconstrucción, con el fin de unificar los criterios y condiciones bajo los cuales se deben desarrollar las obras en la primera etapa, sus implicaciones ambientales-componente aire.

Así mismo, es muy importante que entes de control y seguimiento como la interventoría, autoridades ambientales y entidades gubernamentales ejerzan sus funciones de forma más efectiva con el fin de garantizar que su actuación sea de forma preventiva y no solo cuando se presente alguna eventualidad o emergencia durante la preconstrucción. Además, la frecuente supervisión por parte de estas entidades asegura un mejor cumplimiento de los requisitos y lineamientos ambientales en las obras viales.

Así mismo se recomienda hacer un seguimiento continuo de las variables ambientales evaluadas a través de la matriz de Leopold. Asimismo, se recomienda actualizar la matriz en medida que se incluyan nuevos elementos que puedan incidir en la calidad ambiental de la zona de estudio.

Se pueden desarrollar nuevos lineamientos estratégicos acorde a las dinámicas y cambios que se presenten a futuro por incorporación de nuevos elementos, variables u objetos que puedan alterar o afectar el ambiente.

- Se sugiere un proceso de capacitación con temas básicos Medio Ambientales, con los trabajadores que están implicados en las actividades de preconstrucción.
- En el momento de la implementación general de la metodología se debe realizar un seguimiento a su desempeño para corroborar la evolución y aplicabilidad de la Metodología, para efectos de fortalecer posibles debilidades generadas.
- Se recomienda el uso de la matriz de Leopold ya que es una manera simple de resumir y jerarquizar los impactos ambientales, y concentrar el esfuerzo en aquéllos que se consideren mayores. La ventaja de la matriz es su recordatorio de toda la

gama de acciones, factores, e impactos. En la medida de lo posible, la asignación de magnitud debe basarse en información de hecho. Sin embargo, la asignación de importancia puede dejar cierto margen para la opinión subjetiva del evaluador. Esta separación explícita de hecho y opinión es una ventaja de la matriz de Leopold.

## 12 CONCLUSIONES

---

De acuerdo a la valoración de impactos ambientales mediante la metodología de Leopold, se evidencio que en la etapa de preostruccion la actividad de demolición es aquella que genera el mayor impacto ambiental negativo en el componente aire. Lo cual genera alteración en la calidad del aire y aumenta la probabilidad de enfermedades respiratorias y auditivas.

El proyecto debe implementar unas medidas de manejo ambiental para controlar y/o mitigar aquellos aspectos generados por la ejecución de diferentes actividades de la preostrucción de la obra, estas medidas pueden ser: humedecer la superficie del suelo y la colocación de polisombra para atrapar el material en suspensión.

Se determino mediante la metodología de Leopold que el proyecto de adecuación al sistema Transmilenio de la avenida carrera 68 sector 2 cumple moderadamente con las medidas de mitigación propuestas al obtener 62 puntos porcentuales.

El seguimiento y control por parte de la interventoría ambiental respecto al componente aire en los niveles máximos permisibles de contaminantes de material particulado PM2.5 deben realizarse estrictamente bajo resolución ambiental vigente debido a que generan numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar.

Los impactos ambientales del proyecto más significativos se identificaron en las actividades de manejo de escombros, el ruido que genera la maquinaria amarilla, el polvo que se

levantaría a consecuencia de los trabajos, el manejo de tráfico por la entrada y salida de maquinaria pesada.

Así mismo el proyecto deberá implementar unas medidas de manejo ambiental para controlar y/o mitigar aquellos aspectos generados por la ejecución de diferentes actividades de la preconstrucción de la obra, relacionado con ruidos de alta frecuencia, material particulado y todo aquello que en determinado momento pueda afectar la salubridad del sector, teniendo en cuenta la normatividad vigente a nivel nacional.

Con esta metodología se consiguió:

Sintetizar el mecanismo para la identificación, evaluación y análisis de impactos ambientales en los proyectos de infraestructura vial con condiciones semejantes al caso de estudio, así mismo se logró recopilar información real, como materia prima para el análisis de impactos ambientales y con esto se propone las medidas de mitigación durante la ejecución del proyecto en la etapa de preconstrucción.

Con la elaboración de la metodología se logró identificar y valorar los aspectos e impactos ambientales en los proyectos de infraestructura vial en la etapa de preconstrucción, lo cual ayuda y permite a la generación de informes puntuales y con información técnica en el componente aire.

Implementar esta metodología en proyectos de infraestructura vial ayuda a la mitigación de impactos ambientales en el componente aire.

La matriz de impacto ambiental basada en la metodología de Leopold es una herramienta que garantiza los impactos ambientales de diversas acciones para que sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto.

Para el buen uso de la matriz en el momento del diligenciamiento y análisis es recomendable que los criterios de evaluación tenidos en cuenta en la elaboración de esta se le realice la descripción y uso de sinónimos correspondientes.

## 13 BIBLIOGRAFÍA

---

- ✓ Gede B. Suprayogaa, b. (2020). Research in Transportation Business & Management. *ScienceDirect*, 1-2.
- ✓ Polanco, O. (2011). *Control fiscal y Medio Ambiente*. . Bogotá. : Eco ediciones, p 5,6 y 7.
- ✓ Tillema, J. A. (17 de 05 de 2021). Road Infrastructure: Planning, Impact and Management. *ScienceDirect*, 1-3.
- ✓ Xianhua Wu, H. D. (2021). Impact of Energy Structure Adjustment and Environmental Regulation on. *Elsevier*.
  
- ✓ Perdomo, T. (2014). Guía para la implementación de las adecuadas prácticas Empresariales en gestión ambiental relacionada con las Obras de infraestructura vial en Colombia.
- ✓ Aguilera Díaz, M. (2011). La Economía de la Ciénagas del Caribe Colombiano.
- ✓ Mariño, J.J. (2007). Reflexiones sobre el papel de la Ingeniería Civil en la evolución del medio ambiente en Colombia
- ✓ Gonzales, F. (1996), Reflexiones acerca de la relación entre los conceptos: ecosistema cultura y desarrollo, Pontificia Universidad Javeriana, IDEADE, Bogotá D.C.
- ✓ O. US EPA. (Aug. 25, 2015). Fast Facts on Transportation Greenhouse Gas Emissions. US EPA. [https://www.epa.gov/greenvehicles/fast-facts-transportation-greenhous e-gas-emissions](https://www.epa.gov/greenvehicles/fast-facts-transportation-greenhous-e-gas-emissions) (accessed Apr. 23, 2020).



- ✓ Levy, J., Buonocore, J., & Stackelberg, K. (Oct. 2010). The Public Health Costs of Traffic Congestion. *Environ. Health Glob. Access Sci. Source*, 9, 65. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-65>
- ✓ Buckeridge, D. L., Glazier, R., Harvey, B. J., Escobar, M., Amrhein, C., & Frank, J. (Mar. 2002). Effect of motor vehicle emissions on respiratory health in an urban area. *Environ. Health Perspect.*, 110(3), 293–300. <https://doi.org/10.1289/ehp.02110293>
- ✓ Zhang, K., & Batterman, S. (Apr. 2013). Air pollution and health risks due to vehicle traffic. *Sci. Total Environ.*, 450–451, 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.074>
- ✓ Tibuakuu, M., Michos, E. D., Navas-Acien, A., & Jones, M. R. (Dec. 2018). Air Pollution and Cardiovascular Disease: a Focus on Vulnerable Populations Worldwide. *Curr. Epidemiol. Rep.*, 5(4), 370–378. <https://doi.org/10.1007/s40471-018-0166-8>
- ✓ Wier, M., Sciammas, C., Seto, E., Bhatia, R., & Rivard, T. (Nov. 2009). Health, Traffic, and Environmental Justice: Collaborative Research and Community Action in San Francisco, California. *Am. J. Public Health*, 99(S3), S499–S504. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2008.148916>.
- ✓ Sanz C. J. L., Concepto de impacto ambiental y su evaluación, En: evaluación y corrección de impactos ambientales. Instituto Tecnológico Geominero, Madrid España, 1991, 302p.
- ✓ Whitelaw K, *Environmental Systems Handbook*. Elsevier Butterworth-Heinemann, Houston, 2004, 215-258pp.
- ✓ Espinosa G. *Gestión y fundamentos de evaluación de Impacto ambiental*, BID, Santiago de Chile, 2007

- ✓ Jorsensen T. and Remmen A, Integrated management systems three different levels of integration. *Journal of Cleaner Production*, 14(8)(2006)713-722.
- ✓ Jonker. J. & S. Karapetrovic, Systems thinking for the integration of management systems. *Business Process Management J.*, 10(6) (2004)608-615
- ✓ Clark, L. P., Millet, D. B., & Marshall, J. D. (Sep. 2017). Changes in Transportation-Related Air Pollution Exposures by Race-Ethnicity and Socioeconomic Status: Outdoor Nitrogen Dioxide in the United States in 2000 and 2010. *Environ. Health Perspect.*, 125(9), Article 097012. <https://doi.org/10.1289/EHP959>
- ✓ Choi, W., et al. (2013). Neighborhood-scale air quality impacts of emissions from motor vehicles and aircraft. *Atmos. Environ.*, 80, 310–321.
- ✓ Rowangould, G. M. (2015). A new approach for evaluating regional exposure to particulate matter emissions from motor vehicles. *Transp. Res. Part Transp. Environ.*, 34, 307–317.
- ✓ Houston, D., Wu, J., Ong, P., & Winer, A. (2004). Structural Disparities of Urban Traffic in Southern California: Implications for Vehicle-Related Air Pollution Exposure in Minority and High-Poverty Neighborhoods. *J. Urban Aff.*, 26(5), 565–592. <https://doi.org/10.1111/j.0735-2166.2004.00215.x>
- ✓ Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C
- ✓ Gunier, R. B., Hertz, A., von Behren, J., & Reynolds, P. (May 2003). Traffic density in California: Socioeconomic and ethnic differences among potentially exposed children. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, 13(3), Article 3. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500276>

- ✓ Pratt, G. C., Vadali, M. L., Kvale, D. L., & Ellickson, K. M. (May 2015). Traffic, Air Pollution, Minority and Socio-Economic Status: Addressing Inequities in Exposure and Risk. *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, 12(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/ijerph120505355>
- ✓ Mikati, I., Benson, A. F., Luben, T., Sacks, J. D., & Richmond-Bryant, J. (Mar. 2018). Disparities in Distribution of Particulate Matter Emission Sources by Race and Poverty Status. *Am. J. Public Health*, 108, 480–485.
- ✓ Martenies, S. E., Milando, C. W., Williams, G. O., & Batterman, S. A. (2017). Disease and Health Inequalities Attributable to Air Pollutant Exposure in Detroit, Michigan. *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, 14(10) [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/10/1243>.
- ✓ Polanco, O. (2011) Control fiscal y Medio Ambiente. Bogotá. Eco ediciones, p 5, 6 y 7.
- ✓ Canter, L. W. (1998). Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto.
- ✓ Canter, L. W. (2000 ). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ✓ Conesa Fernandez-Vitora, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Munti-prensa.
- ✓ Constituyente, A. (1991). Constitución política de Colombia. Bogotá D.C. Contitución Política de Colombia. (1991).
- ✓ Coria, I. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías.
- ✓ Cortés, E. C. (2005). Gestión de la calidad y gestión medioambiental: fundamentos, herramientas, normas ISO y relaciones.
- ✓ Espinoza, G. A. (2002). Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. BID/CED.

- ✓ Granero , J., Sanchez , M. F., & Sanchez , A. M. (s.f.). Evaluación de impacto ambiental.
- ✓ Gutiérrez, J. &. (1994). Sistemas de información Geográfica. Madrid. : ananieto.
- ✓ INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS INVIAS. Programa de Implementación de la Gestión Ambiental en Obras de Infraestructura vial 2009- 2011.
- ✓ World Bank and SETRA, (1994) Routes et environnement pratique (Roads and the practical environment) (TWU report: Guide 13).
- ✓ Cárdenas, M., Gaviria, A., & Meléndez, M. (agosto de 2005). La infraestructura de transporte en Colombia. Recuperado el 25 de 09 de 2016, de Fedesarrollo.
- ✓ INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO –IDU-. Manual de seguimiento ambiental para proyectos de infraestructura urbana. Bogotá. IDU, 2005.
- ✓ VILLEGAS RODRÍGUEZ, L. (2005). Marco legal, gestión ambiental y participación comunitaria.