



Mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo) - Piedras con mezcla asfáltica MDC-19
adicionada con cal hidratada en sus agregados grueso.

Hugo Ferney Machado Briceño

Marco Antonio Lerma Martínez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Tolima y Magdalena Medio

Sede / Centro Tutorial Ibagué (Tolima)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

2020

Mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo) - Piedras con mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos en el departamento del Tolima

Hugo Ferney Machado Briceño

Marco Antonio Lerma Martínez

Asesor

Yamid Basto Mogollón (PMP)®

Magister en Proyectos de Desarrollo Sostenible

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Tolima y Magdalena Medio

Sede / Centro Tutorial Ibagué (Tolima)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

2020

Dedicatoria

Este proyecto está principalmente dedicado a Dios quien todo lo puede posteriormente a mis padres Elizabeth Briceño Medina y Fernando Machado Ortiz, quienes han sido mi apoyo durante todas las adversidades y quienes me han guiado durante todo mi proceso académico y profesional y mi hija Isabella Machado Romero, quien ha sido mi motor para poder culminar mis estudios profesionales.

Hugo Ferney Machado Briceño

Dedico este proyecto principalmente a Dios, quien ilumina mi vida, así como a mis padres Marco Antonio y Gloria Isleny, quienes han forjado en mí lo que hoy soy, son la motivación necesaria para poder superarme, motivándome hoy en día a ser un gran profesional.

Marco Antonio Lerma Martínez

Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 7 |
| 1 Resumen del problema..... | 10 |
| 2 Marco referencial..... | 14 |
| 2.1 Antecedentes..... | 14 |
| 2.2 Marco teórico..... | 19 |
| 2.2.1 Infraestructura vial..... | 19 |
| 3 Metodología..... | 24 |
| 3.1 Enfoque..... | 24 |
| 3.2 Tipo de investigación..... | 25 |
| 3.3 Proceso de investigación (paso a paso)..... | 26 |
| 4 Identificación y análisis..... | 28 |
| 4.1 Árbol de problemas..... | 28 |
| 4.1.1 Descripción del problema..... | 29 |
| 4.1.2 Magnitud..... | 33 |
| 4.2 Análisis de los participantes..... | 33 |
| 4.3 Localización..... | 35 |
| 4.4 Árbol de objetivos..... | 38 |
| 4.4.1 Indicador que mide el objetivo general..... | 39 |
| 4.5 Análisis de alternativas..... | 39 |
| 4.5.1 Alternativa A: mejoramiento de la vía con placa huella..... | 39 |
| 4.5.2 Alternativa B: mejoramiento de la vía con pavimento flexible con adición de cal hidratada en sus materiales gruesos y alcantarilla..... | 42 |
| 4.5.3 Selección de alternativa..... | 45 |
| 5 Matriz marco lógico..... | 51 |
| 5.1 Fin, propósito y componentes..... | 51 |
| 5.2 Definición de actividades..... | 51 |
| 5.3 Indicadores..... | 52 |
| 5.4 Medios de verificación..... | 52 |
| 5.5 Supuestos..... | 53 |
| 6 Estudio de necesidades..... | 54 |
| 6.1 Segmentación del mercado (población afectada y población objetivo)..... | 56 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.2 | Estudio de la oferta..... | 58 |
| 6.3 | Estudio de la demanda..... | 59 |
| 6.4 | Análisis de la viabilidad del proyecto..... | 59 |
| 6.4.1 | Descripción de la capacidad..... | 60 |
| 7 | Estudio técnico..... | 61 |
| 7.1 | Localización..... | 61 |
| 7.2 | Cadena de valor..... | 62 |
| 7.3 | Maquinaria y equipos necesarios..... | 63 |
| 7.4 | Distribución de la planta..... | 67 |
| 7.5 | Aspectos legales y estructura organizacional..... | 68 |
| 7.5.1 | Aspectos legales..... | 68 |
| 7.5.2 | Estructura organizacional..... | 70 |
| 8 | Presupuesto..... | 73 |
| 8.1 | Estimación de presupuesto..... | 73 |
| 8.2 | Ingresos y beneficios..... | 76 |
| 9 | Estudio financiero..... | 82 |
| 9.1 | Inversiones iniciales..... | 82 |
| 9.2 | Flujo de caja financiero..... | 82 |
| 9.3 | Flujo de caja económico..... | 83 |
| 10 | Evaluación financiera..... | 85 |
| 10.1 | TIR..... | 85 |
| 10.2 | VAN..... | 86 |
| 10.3 | RBC..... | 86 |
| 11 | Evaluación ambiental..... | 88 |
| 11.1 | Identificación y cuantificación del impacto ambiental..... | 88 |
| 11.1.1 | Sistema natural..... | 88 |
| 11.1.2 | Sistema antrópico..... | 94 |
| 11.2 | Plan de manejo ambiental..... | 99 |
| 11.2.1 | Fichas plan de manejo ambiental y mejoramiento tramo vial de los 13.1Km, ubicada en el tramo vial de Doima (Chípalo) – Piedras..... | 102 |
| 12 | Conclusiones..... | 109 |
| 13 | Recomendaciones..... | 110 |

| | | |
|----|------------------|-----|
| 14 | Referencias..... | 112 |
| 15 | Anexos..... | 115 |

Lista de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Tipos de variables. | 25 |
| Tabla 2 Detalle indicador objetivo..... | 39 |
| Tabla 3 Análisis detallado de la alternativa A | 45 |
| Tabla 4 Análisis detallado de la alternativa B..... | 47 |
| Tabla 5 Análisis de la alternativa seleccionada..... | 48 |
| Tabla 6 Análisis detallado de la alternativa seleccionada..... | 49 |
| Tabla 7 Lista de actividades..... | 52 |
| Tabla 8 Propiedades generales del Cemento asfáltico 60/70..... | 54 |
| Tabla 9 Propiedades generales de los agregados | 55 |
| Tabla 10 Población objetivo. | 58 |
| Tabla 11 Descripción del bien. | 59 |
| Tabla 12 Estimación número de habitantes en zona de influencia. | 60 |
| Tabla 13 Ubicación Tramo vial. | 61 |
| Tabla 14 Ubicación Tramo vial. | 62 |
| Tabla 15 Maquinaria y equipo | 63 |
| Tabla 16 Insumos de la obra. | 65 |
| Tabla 17 Distancia y valores Transporte de los materiales..... | 67 |
| Tabla 18 Personal requerido y funciones..... | 71 |
| Tabla 19 Presupuesto de obra | 73 |
| Tabla 20 Presupuesto de obra | 76 |
| Tabla 21 Ahorro en costos de combustible..... | 77 |
| Tabla 22 Proyección 10 años Ahorro en combustible | 78 |
| Tabla 23 Ahorro en gastos de mantenimiento de vehículos | 79 |
| Tabla 24 Proyección en Ahorro en gastos de mantenimiento de vehículos..... | 80 |
| Tabla 25 Ahorro en tiempos de desplazamiento..... | 81 |
| Tabla 26 Proyección Ahorro en tiempos de desplazamiento..... | 81 |
| Tabla 27 Flujo de caja financiero..... | 82 |
| Tabla 28 Flujo de caja económico | 83 |
| Tabla 29 Evaluación económica | 85 |
| Tabla 30 TIR del proyecto | 85 |
| Tabla 31 VPN O VAN del proyecto | 86 |
| Tabla 32 RBC del proyecto | 87 |
| Tabla 33 Cobertura y uso del suelo en el Municipio de Piedras – Tolima. | 100 |
| Tabla 34 Medidas de Manejo Ambiental y Social..... | 102 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Procedimiento metodológico..... | 27 |
| Figura 2 Árbol de Problemas..... | 29 |
| Figura 3 Estado de la vía Abscisa k1+500..... | 31 |
| Figura 4 Estado de la vía Abscisa k3+720..... | 31 |
| Figura 5 Estado de la vía Abscisa k5+000..... | 32 |
| Figura 6 Estado de la vía Abscisa k7+120..... | 32 |
| Figura 7 Participantes del proyecto..... | 33 |
| Figura 8 Ubicación tramo vial y elementos que la componen..... | 36 |
| Figura 9 Ubicación Canteras materiales y escombrera..... | 37 |
| Figura 10 Árbol de Objetivos..... | 38 |
| Figura 11 Árbol de Objetivos..... | 42 |
| Figura 12 Estructura de pavimento..... | 44 |
| Figura 13 Estructura de pavimento..... | 45 |
| Figura 14 Análisis de la alternativa seleccionada..... | 57 |
| Figura 15 Plano de ubicación del tramo vial Doima (Chípalo) - Piedras..... | 68 |

Introducción

El presente trabajo de investigación hace parte del programa de investigación de la Especialización de Gerencia de Proyectos; el cual articula a la línea de investigación Innovaciones sociales y productiva y sub-línea dualidad estructural en la productividad, innovación y tejido empresarial, ya que este proyecto busca por medio de técnicas innovadoras realizar un mejoramiento vial, contribuyendo al desarrollo de la población del sector, mejorando su calidad de vida, así como también, el generar con este oportunidades futuras de estudio en un entorno gerencial, exponiendo los distintos requerimientos y formulaciones que sirvan de base para su correcta ejecución, teniendo como objetivo el mejorar la infraestructura vial de una zona determinada, conllevando de esta esta manera hacia un beneficio de la población afectada, para este caso el municipio de Piedras, corregimiento de Doima.

En la actualidad, la infraestructura vial según Guzmán, J. P. S., Guzmán, M. F. S., Ruiz, D.D. P., Vanegas, N. C. S., & Gómez, L. M. T. (2020), se encuentra en constante avance, actualizándose y generando alternativas claves que garanticen conexiones estratégicas que impulsen el desarrollo de las comunidades, así mismo se logra respaldar una durabilidad en el tiempo, con esto se puede afirmar según lo dicho por Villar, L., & Ramírez, J. M. (2014,) en donde manifiesta que la inversión en las vías secundarias y terciarias son fundamentales para el desarrollo, ya que estas disminuyen el aislamiento geográfico, supliendo sus necesidades básicas contribuyendo a bajar los índices de pobreza y desigualdad regional.

De esta forma, el presente proyecto da sustento a como la red vial debe garantizar una durabilidad, calidad y estabilidad, llevando de la mano el lineamiento que el país que propone para

generar un desarrollo en la región, ahora bien, Este estudio nos ubica en el departamento del Tolima, y más explícitamente en el municipio de Piedras, el cual queda ubicado a una distancia de 40 kilómetro de la ciudad principal del departamento. Teniendo en cuenta lo anterior, el municipio de Piedras tiene un corregimiento de gran importancia llamado Doima, que es el que en este momento va a generar información para esta investigación.

Teniendo en cuenta, la cercanía del anterior gobierno municipal con el país de Austria, se realiza un trabajo mancomunado que permite el apoyo para la pavimentación del tramo vial que conecta el corregimiento con la ciudad de Ibagué. De esta forma se percibe que el corredor vial de segundo orden que conecta con el municipio de piedras se quedaría sin la pavimentación, dicho tramo es de gran importancia, ya que permitiría dinamizar la economía de su municipio y del corregimiento hacia el centro y norte del departamento del Tolima.

A sí mismo, con la adecuación de este tramo vial lo que se busca adicionalmente es implementar una tecnología que no es utilizada en nuestro país para mezclas asfálticas en caliente tipo MDC-19 con la adición de cal hidratada sobre la mezcla asfáltica, ya que, ha generado beneficios para la durabilidad de los corredores viales, logrando mitigar varias fallas que presentan los pavimentos por adherencia, pérdida de agregado y descascaramientos, dicha investigación fue realizada con cal del territorio colombiano, toda vez que la cal varía en sus contenidos químicos, de acuerdo al lugar de procedencia.

De esta forma se evidencia que la implementación de esta nueva técnica se ha utilizado en países como México, España y Bélgica, siendo aplicada con su propia normatividad para la construcción de carreteras, teniendo en cuenta el tipo de ambiente y la temperatura promedio de los sectores de donde se van a realizar cada una de las construcciones viales, estos deben ser

acordes al tipo de mezcla a utilizar. Es de gran relevancia saber que el municipio cuenta con una temperatura promedio de 26°C, clima acorde para la implementación de la técnica con el tipo de mezcla MDC-19, una vez implementado dicho proyecto se pretende que para la construcción de este pavimento se debe realizar un monitoreo a corta edad y proyecciones con el fin de reestructurar nuevas adecuaciones a la investigación realizada.

Capítulo I

1 Resumen del problema

En Colombia la alta demanda del parque automotor conlleva a exigencias en los pavimentos flexibles, los cuales comprenden las vías primarias, secundarias y terciarias en un 29% del total de la red vial de nuestro territorio Nacional (INVIAS, 2019), estas permiten la circulación de mercancías, alimentos, pasajeros, generando así el desarrollo económico en nuestro país. Con base a estas consideraciones la red vial debe de garantizar una durabilidad, calidad y estabilidad con el fin de dar respuesta a estas exigencias.

De aquí nace la preocupación que genera esta investigación y que afecta positivamente al departamento del Tolima y más explícitamente en el municipio de Piedras y corregimiento Doima, ya que su ubicación geográfica, genera un aporte a la agricultura y abasteciendo a la ciudad de Ibagué y a las distintas zonas céntricas de nuestro país. De esta forma este municipio cuenta con diferentes corregimientos como Doima que está conectado al municipio de Piedras mediante un tramo vial de orden terciario con una longitud de 21,46 km (Gobernacion del Tolima , 2019). A la longitud total de este tramo vial que comunica distintas veredas y corregimientos con el centro poblado del municipio de Piedras se logró establecer que el 39% se encuentra pavimentado (Gobernacion del Tolima, 2015) y el 61% se encuentra en condiciones desfavorables para el tránsito automotor.

Teniendo en cuenta las condiciones físicas del tramo vial Doima – Piedras presentan un alto grado de deterioro, estas afectaciones generan inconvenientes en la movilidad terrestre de la población del corregimiento de Doima, adicionalmente el material fino (polvo) en temporada de

verano ocasionan problemas de salud u otras enfermedades principalmente respiratorias (Vivienda saludable, 2016) de esta manera, este tramo al no contar con los debidos drenajes provocan que en temporada de invierno la situación genere un mayor riesgo de accidentabilidad por los usuarios que la transitan.

Es de gran importancia resaltar que el corregimiento de Doima fue la zona de almacenamiento de material explotado en el municipio de Cajamarca por parte de la organización ANGLOGOLD ASHANTI (Lievano, Doima declara a AngloGold Ashanti minera non grata, 2013), quien con sus equipos, maquinarias y volquetas sometieron a un impacto continuo de las ramificaciones viales quienes soportaron el tránsito y el peso de volquetas cargadas con material a diario durante más de dos años. Este tráfico pesado afecto considerablemente la vía que conecta el corregimiento de Doima con el municipio de Piedras sin recibir ningún beneficio a cambio, es así que desde el 28 de julio de 2013 la población de este Corregimiento erradico esta organización de su corregimiento quedando como huella el deterioro en sus ramificaciones viales.

A sí mismo, el corregimiento de Doima es reconocido por su gastronomía en la elaboración de exquisitos Tamales, en sus paisajes y el contacto permanente con la naturaleza (Cambio In, 2018), y como valor agregado el municipio de Piedras es destacado por sus fiestas patronales a inicios de año y su famoso balneario en el rio Opia, Por otro lado las incomodidades de insalubridad y de falta de confort en la malla vial han generado por parte de los visitantes de distintas zonas del territorio Nacional otras opciones de sitios turísticos aledaños como lo es el parque de los venados en el municipio de Alvarado lo que ha afectado notablemente al sector turístico del municipio de Piedras y del corregimiento de Doima.

Teniendo en cuenta la riqueza vegetal del corregimiento de Doima, su contacto con la naturaleza y su cercanía con el municipio de Ibagué fue puesto en marcha el proyecto parque eco-agro turístico San Francisco Campestre (Cambio In, 2018), el cual busca dinamizar la economía turística de este sector del departamento del Tolima y ubicarlo como una zona de descanso y de confort para las personas de las ciudades cercanas a este corregimiento, pero el proyecto en estos momentos se encuentra todavía en venta, la difícil situación de acceso al corregimiento ha desfavorecido la venta de este proyecto, puesto que en la vía Nacional que comunica al municipio de Alvarado existen proyectos con fácil acceso y con sus vías en perfecto estado.

Una de las actividades Económicas principales de esta zona del departamento del Tolima es la agricultura; La siembra, recolección y venta del arroz que hacen parte fundamental para la generación de empleo y solvencia económica en el municipio de Piedras y sus corregimientos (FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS, 2016), para el caso del corregimiento de Doima quien debe transportar su producto agrícola a diferentes zonas del departamento del Tolima recorriendo inicialmente el tramo vial Doima – Piedras y quien se encuentra en precarias condiciones, lo que dificulta que los automotores que transportan este producto agrícola lo hagan con mayor eficiencia esto agravado para las temporadas de invierno, así mismo los habitantes de este municipio se someten al pago de un mayor precio por el transporte de su producto agrícola sumándole un mayor tiempo de recorrido a su zona de destino.

Con base a las anteriores consideraciones este proyecto tiene la capacidad para plantear una propuesta que resuelva los problemas que presentan las condiciones actuales del tramo vial Doima – Piedras y permita en primera medida facilitar el tránsito de personas, productos e insumos, entre la población del corregimiento de Doima y Piedras, adicionalmente este proyecto cuenta con una técnica que permite disminuir los diferentes tipos de costos comúnmente establecidos para el

desarrollo de este tipo de proyecto, ya que, aumentan su durabilidad y permiten la mitigación de los mantenimientos continuos al utilizar la mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos (Machado, 2020).

Capítulo II

2 Marco referencial

2.1 Antecedentes

En los últimos años, tanto en Colombia como en otros países suramericanos como Ecuador, Argentina, Bolivia y Perú, se han venido realizando estudios e investigaciones sobre métodos y alternativas para rehabilitación y mantenimiento de vías terciarias, de bajos volúmenes de tránsito, que permitan un uso y aprovechamiento de recursos naturales y nuevos materiales a menores costos, de forma que se logre un equilibrio económico, técnico y ambiental; llegando a proponer soluciones que favorezcan el desarrollo de las regiones donde se aplican tales soluciones, en forma sostenible. (ACUÑA, 2015).

Es así como dentro de las investigaciones, proyectos y publicaciones que se exponen a continuación sobre las mezclas asfálticas y las incorporaciones de componentes químicos para el mejoramiento de las características de los pavimentos flexibles que permiten que se logre dar inicio a este proyecto con una técnica que poco ha sido realizada en nuestro país y que internacionalmente ha sido avalada para su uso respecto a los beneficios otorgados a las mezclas asfálticas en durabilidad, estabilidad y resiliencia.

Durante más de 50 años, se ha demostrado que la cal hidratada es la referencia mundial de los modificadores de asfalto para mitigar el daño de la humedad. Sin embargo, como el uso de la cal ha crecido, se han identificado y cuantificado otras ventajas en laboratorio, por parte de las autoridades relacionadas con el transporte. Como resultado de esto, ahora la cal se considera un

modificador multifuncional de las mezclas asfálticas. (Asociación Nacional de Cales y Derivados de España, 2011)

Ahora bien, según un estudio en Europa sobre la cal como aditivo que aumenta la vida útil y el rendimiento del pavimento, se indica en el documento *The use of hydrated lime in the formulation of asphalt mixtures: European case studies* (Lesueur, y otros, 2016), que este es un relleno activo que mejora las propiedades de las mezclas asfálticas, conclusiones arrojadas después de monitorear diferentes secciones de vías en Francia y Bélgica en un periodo de 2, 5 y 11 años en tramos que se adicionaron con cal y otros tramos que no. De esta forma se realizaron los mismos ensayos en cada uno de los casos (resistencia al daño por humedad y heladas) donde se encontró que las vías con adición de cal en porcentajes de 2% y 3% presentaban menos desgaste en sus carpetas asfálticas, que las que no tenían cal.

De acuerdo con un estudio realizado por más de 50 años por parte de la Asociación Nacional de Cales y Derivados de España, se ha demostrado que la cal hidratada es la referencia mundial de los modificadores de asfalto para mitigar el daño de la humedad, la cal hidratada la definen según la siguiente normatividad, EN 459: cales para la construcción y EN13108: mezclas bituminosas especificaciones de materiales, es así que en algunos países europeos han convertido el uso de la cal hidratada en mezclas asfálticas como obligatorio en sus reglamentos nacionales para sus carreteras locales, nacionales y autopistas (España, 2011), ya que finalmente esta reduce el índice de envejecimiento retardando la oxidación de muchos tipos de betún, reduce la deformación, aumenta la resistencia a la tracción.

Según la investigación del uso de cal hidratada en la Av. Camino Divos, Ica 2017 (Ventura, 2017), con el resultado en los ensayos de calidad de los agregados, ensayo de abrasión máquina

de los ángeles, ensayo de partículas chatas y largas, porcentaje de caras fracturadas, análisis granulométrico de los agregados, y ensayos a briquetas con adición de cal en porcentajes de 0,%, 1%, 1.5% y 2%, en la mezcla asfáltica se determinó con los ensayos del método Marshall para cada porcentaje de adición de cal, que la estabilidad en las muestras asfálticas aumentaba en las proporciones de 1% y 1.5%, después del 2% la estabilidad disminuye, así mismo determino que la cal permite mayor adherencia entre el cementos asfaltico y el agregado fino.

Con las anteriores consideraciones de la cal y de acuerdo a (Aguilar Bonilla Enmanuel, Hernández, & Sibrián Hernández, 2015), los autores realizan el diseño de una mezcla asfáltica en caliente con cal hidratada para el mejoramiento de la resistencia a la humedad usando el asfalto tipo AC-30 para lo cual requirieron del método Marshall y diversos ensayos de laboratorio que para el presente proyecto de investigación se relacionan con el ensayo de tracción indirecta, obtuvieron resultados positivos como, que la temperatura ideal para mezclado es de 157 °C y para la compactación de 147°C para muestras adicionadas con cal, después se pudo establecer que la cal hidratada en mezclas asfálticas en caliente mejora las condiciones a la humedad.

En cuanto a investigaciones para el mejoramiento de las mezclas asfálticas, apoyándonos en el trabajo de caracterización del MAPIA (Material pétreo impregnado de asfalto), y MAPIA con una adición de cal al 5% (Rojas Barón & Ortiz Hurtado, 2018), se observa que la CAL al ser adicionada a la MAPIA mejorar las condiciones en composición y comportamiento mecánico de las mezclas en un beneficio de costo, tiempo e impacto ambiental, es así que en la anterior investigación busca realizar un comparativo entre las dos mezclas una solo con MAPIA y la otra con MAPIA con adición de cal, donde cada una se verificará para el cumplimiento de las especificaciones requeridas por el INVIAS para un tipo de transito T1.

A nivel Latinoamericano existen investigaciones que establecen el beneficio de la cal en los materiales pétreos, es así que según (SALDARRIAGA, 2018), quien determino una optimización del afirmado para pavimentación mediante la adición de cal con materiales de canteras de diferentes zonas aledañas a este centro poblado y evaluando quien presentaría mejores condiciones frente a la adición porcentual de cal en sus materiales pétreos y confrontando estas consideraciones a ensayo de CBR y Proctor, obteniendo como porcentaje ideal 2.5% para una cantera y 2% para otra cantera, logrando establecer que la cal es una agente polifuncional para los pavimentos en porcentajes bajos.

Desde este punto de vista, el proceso de investigación por parte de (Machado, 2020) en el cual se evaluó la adherencia en una mezcla asfáltica MDC-19 mediante la adición de cal hidratada en sus agregados gruesos, se logró establecer que al adicionar porcentajes de 0,5%, 1% y 2% de cal hidratada sobre sus agregados gruesos la mezcla asfáltica presento mejoramiento en la durabilidad, calidad y resiliencia, esto evaluado ante ensayos de laboratorio de módulo resiliente, desgaste cántabro y resistencia a la tracción indirecta en seco y húmedo, es así que el porcentajes de 0,5% de adición de cal presento el mejor comportamiento ante los ensayos de laboratorio expuestos anteriormente.

Por otro lado, durante el periodo del año 2018 y 2019 en el departamento del Tolima se han recibido inversiones por parte del Instituto Nacional de Vías INVIAS para la intervención de diferentes obras de infraestructura vial, entre ellas se destaca la inversión que se ha realizado desde el año 2004 y que en el 2018 se adicionaron recursos para la finalización de la conexión del cruce de la cordillera central, denominado Túnel de la línea, además se adelanta la pavimentación de 35 km de vía para los tramos viales Chaparral – Rioblanco, Chaparral – Señoritas y Coyaima – Ataco – Planadas, adicionalmente se adelantan distintos mantenimientos rutinarios a las vías de primer

orden (INSTITUTO NACIONAL DE VIAS , 2019), esto demuestra la importancia que tiene la ubicación del departamento del Tolima para el desarrollo de la economía de nuestro país.

La gobernación del Tolima realiza continuas intervenciones en la malla vial departamental es así que en el año 2019 realizo la intervención de diferentes tramos viales, apuntándole inicialmente al desarrollo de las zonas producto del conflicto armado, es así como Chaparral fue postulado como un punto céntrico afectado por el conflicto armado y de desarrollo para el sur del Tolima, con la adecuación de diferentes tramos viales de carácter urbano e intermunicipal, entre ellos se encuentran los tramos viales de Chaparral – San Antonio, Chaparral – Calarma con una inversión de 27.000 millones de pesos (GOBERNACION DEL TOLIMA , 2019) logrando mejorar las condiciones de vida y dinamizar la economía de esta parte sur del departamento.

Ahora bien, el departamento del Tolima mediante la presentación de proyectos a organismos como lo son el órgano colegiado de administración y decisión OCAD, solicita la asignación de recursos a proyectos de infraestructura con el fin de generar desarrollo económico en su región, es así que de la mano del secretario de infraestructura el ingeniero Andrés Fabian Hurtado Barrera el gobierno departamental logro la aprobación del proyecto de la pavimentación del tramo vial Planadas - Bilbao – Diamante (Gomez, 2017) por un valor cercano a los 16.699 millones de pesos lo que permitirá la conectividad entre los municipios de Planadas y Rioblanco y adicionalmente permitirá la productividad de esta zona del departamento del Tolima.

Desde este punto de vista, el municipio de Piedras en el año 2015, realizó la pavimentación de 7,5 kilómetros del tramo vial que conduce el corregimiento de Doima con la estación de policía de Chipalo, en esta primera etapa se realizó la pavimentación de este tramo vial utilizando la técnica estándar costándole al departamento del Tolima 22 mil millones de pesos, solucionando en cierta

manera las condiciones de vida de los habitantes del corregimiento de Doima, permitiéndoles la movilización de sus productos agrícolas, servicios médicos, servicios educativos y el movimiento social y humano que comprende esta zona del departamento del Tolima.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Infraestructura vial.

Desde el año 600 AC se conocen vías con la utilización de bloques de terracota unidos por asfalto natural, esto hace preceder que la utilización de los asfaltos ha sido primordial para el desarrollo de la infraestructura vial desde el inicio de las civilizaciones, En Colombia la primera vía pavimentada se realizó en el transcurso de 1890 y 1893 en las calles principales del centro de la ciudad de Bogotá D.C, Es así que la infraestructura vial ha marcado el inicio del desarrollo para nuevos sectores económicos mundiales. En la infraestructura vial de Colombia el nivel de servicio de las vías se califica en orden alfabético de A hasta D siendo A un nivel de servicio óptimo y D un nivel Deficiente (INVIAS, 2013).

En Colombia se cuenta con un nivel de servicio C en la actualidad (INVIAS, 2013) por lo tanto se puede evidenciar que aún no se realizan vías con nivel de serviciabilidad A, es así que en nuestro territorio nacional se han realizado más inversiones en mantenimientos rutinarios que en investigaciones para mejorar la durabilidad de estos pavimentos lo que permite realizar mejores inversiones y mayores kilómetros de vía pavimentados.

2.2.1.1 Pavimento.

Vista esta como una estructura conformada por diferentes capas y capaz de soportar cargas dinámicas y monotónicas del tránsito en diferentes condiciones climáticas sin presentarse agrietamientos ni deformaciones.

De esta forma, los pavimentos se diseñan y construyen con el objetivo de prestar el servicio para el cual fue concebido, durante un periodo determinado, manteniendo unas condiciones de seguridad óptimas, con un costo apropiado, en el diseño del pavimento es necesario tener en cuenta varios elementos, de los cuales los más importantes son la capacidad de soporte del suelo, el tránsito que circulará sobre la estructura durante todo su periodo de diseño, las condiciones climáticas y los materiales con que se construirá (Instituto Nacional de VIAs , 2008)

2.2.1.1.1 Pavimento rígido.

El pavimento rígido es construido de hormigón, formando una losa rígida repartiendo la carga de los vehículos en un área muy amplia, comportándose como una viga, el cual absorbe prácticamente toda la carga, el pavimento rígido o hidráulico es otra de las opciones que se tiene para la capa de rodadura en la construcción de carreteras, en este sentido se debe analizar los parámetros económicos y de beneficios en la historia de la vida útil del proyecto. De esa manera se puede determinar el pavimento más conveniente a usar, aunque el costo inicial es mucho más alto que el pavimento flexible, evidentemente si tomamos la vida útil, la cual va más allá de la del pavimento flexible, el costo final es mucho menor. (Ventura, 2017), este tipo de pavimento es utilizado a nivel nacional en terrenos con pendientes pronunciadas gracias a su estabilidad y durabilidad de la mezcla para el diseño de este tipo de pavimento existen diferentes métodos entre los cuales se encuentra método PCA, método del INVIAS y método AASHTO.

2.2.1.1.2 Pavimento flexible.

Los pavimentos flexibles pueden ser definidos como una estructura vial que está conformada por una capa asfáltica que se apoya sobre capas de menor rigidez, por lo que está comprendida por materiales agregados y ligante asfáltico (base, Sub base, afirmado, y en algunos casos sub rasante) que a su vez soportan sobre el terreno natural o subrasante (Rondon, 2018), Este tipo de pavimento cuenta con un procedimiento técnico para su elaboración que en Colombia está regido bajo las especificaciones INVIAS para su correcta aplicación, este método fue avalado por *American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO* en el territorio de Estados Unidos de América siendo los pioneros en la expedición de técnicas y/o reglamentaciones para el uso de este tipo de pavimento.

2.2.1.1.2.1 Mezcla asfáltica en caliente.

Las mezclas asfálticas son la combinación del agregado fino y grueso y un ligante asfáltico. Se elaboran normalmente en plantas que mezclan estos agregados, pero en algunos casos pueden fabricarse in situ, las mezclas asfálticas en caliente están conformadas por agregados pétreos teniendo como requisitos mínimos la calidad de los agregados. Así mismo, presenta diferencia en cuanto a su función dentro de la estructura de pavimento y al tipo de material asfáltico o ligante que utilizan (Rondon, 2018).

Las mezclas asfálticas en Colombia son realizadas según su desempeño para diferentes condiciones topográficas, es así que la mezcla asfáltica tipo MDC-19 es diseñada para aplicarse en condiciones topográficas planas, para lo cual su temperatura ideal son los climas cálidos, entre temperaturas de (25 y 30) °C (INVIAS, 2013), estudios realizados en Colombia determinaron que este tipo de mezcla se debe implementar en temperaturas cálidas cumpliendo con la selección de

sus materiales y cantidades de cemento asfáltico para el correcto funcionamiento de este tipo de mezclas, estos estudios son generados en base a consideraciones de la AASHTO y de la experiencia que permite conocer nuevos comportamientos de los asfaltos ante diferentes situaciones.

2.2.1.1.2.2 Agregados.

Los agregados constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras civiles, pues ocupan allí un volumen muy importante. Por ejemplo, el volumen de los agregados en el concreto hidráulico es de un 65% a 85%, en el concreto asfáltico es del 92% al 96%, en los pavimentos del 75% al 90%., los agregados son el mayor constituyente de las mezclas en caliente, generalmente no superan el 92% del total de la mezcla, son de procedencia natural y consistencia granular sólida; proporcionan a la mezcla resistencia química y mecánica (Gutiérrez de Lopez, 2003) . Los agregados más comunes que se usan en la mezcla MDC-19 son:

- Agregado grueso (Grava): Partículas de material con tamaños comprendidos entre 1/8" y 3/8".
- Agregado Fino: Partículas de material con tamaños comprendidos entre Tamiz #4 y Tamiz #200.
- Llenante mineral: Material procedente de la trituración de rocas, su granulometría se compone de partículas que pasan el tamiz #200.

2.2.1.1.3 Cal hidratada.

La cal es el conglomerante aéreo obtenido por calcinación de material calizo y posterior apagado de los óxidos formados con agua. Está compuesta principalmente por hidróxido y óxido

de calcio ($\text{Ca(OH)}_2, \text{CaO}$), con cantidades menores de magnesio ($\text{Mg(OH)}_2, \text{MgO}$), SILICIO (SiO_2), aluminio (Al_2O_3) y hierro (Fe_2O_3) (Aguilar, 2016); estudios realizados a la cal hidratada en España, nos permiten conocer los beneficios que se encontraron en los pavimentos flexibles, los cuales presentaron mejores comportamientos ante las fallas de daño por humedad, rodera, envejecimiento y grietas, así como también y debido a este arduo estudio, surgieron diferentes métodos para contrarrestar estas fallas, método de adición al tambor, cal seca en el método de árido húmedo y el método de la lechada de cal (España, 2011).

Capítulo III

3 Metodología

Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo de este proyecto y en respuesta a la pregunta problema se plantearon tres hipótesis, la primera “La recuperación del tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras dinamiza la economía del municipio de Piedras y sus corregimientos”, la segunda “ La recuperación del tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras disminuye el tiempo de recorrido en un 50% de los habitantes del corregimiento de Doima hacia el municipio de Piedras”, y la tercera “La implementación de la técnica de adición de Cal sobre la mezcla asfáltica MdC-19 mejora la durabilidad, calidad y resiliencia de la capa de rodadura del tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras”.

3.1 Enfoque

Este proyecto se basa en el enfoque cuantitativo, ya que se implementa una técnica de carácter investigativo, realizada en Colombia que identifica las propiedades de los materiales pétreos, de las mezclas asfálticas y de la cal hidratada bajo ensayos de laboratorio con el fin de determinar mejores condiciones de durabilidad, calidad y resiliencia de los pavimentos flexibles. Así mismo, este proyecto está definido en un número de kilómetros a pavimentar y dentro de sus características se encuentran establecidas las unidades y cantidades a ejecutar paralelamente al costo de la ejecución del proyecto.

3.2 Tipo de investigación

Para el presente proyecto, se utiliza el tipo de investigación explicativa, teniendo en cuenta que la técnica implementada de pavimentación asfáltica dispone de estudios de investigación que mejoran la durabilidad, calidad y resiliencia en la mezcla asfáltica MDC-19 con el fin de mitigar las faltas de pérdida de agregado, descascaramiento y envejecimiento temprano de los pavimentos flexibles utilizando la adición porcentual de cal en sus agregados gruesos, de esta manera, tal y como lo expresa (Moralez, 2012), “la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación postfacto), como de los efectos (investigación experimental).”

Para el presente proyecto se utilizan dos tipos de variables tal y como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 1 Tipos de variables.

| VARIABLE INDEPENDIENTE | VARIABLE INDEPENDIENTE |
|-------------------------|------------------------|
| Pavimentación | Tránsito |
| Mezcla Asfáltica MDC-19 | Materiales |
| Cal Hidratada | Velocidad |

Fuente: Creación propia

3.3 Proceso de investigación (paso a paso)

En la implementación del presente proyecto, se relacionan dos etapas que describen las instancias y actividades para desarrollar el presente proyecto:

1. Etapa de aprobación del proyecto

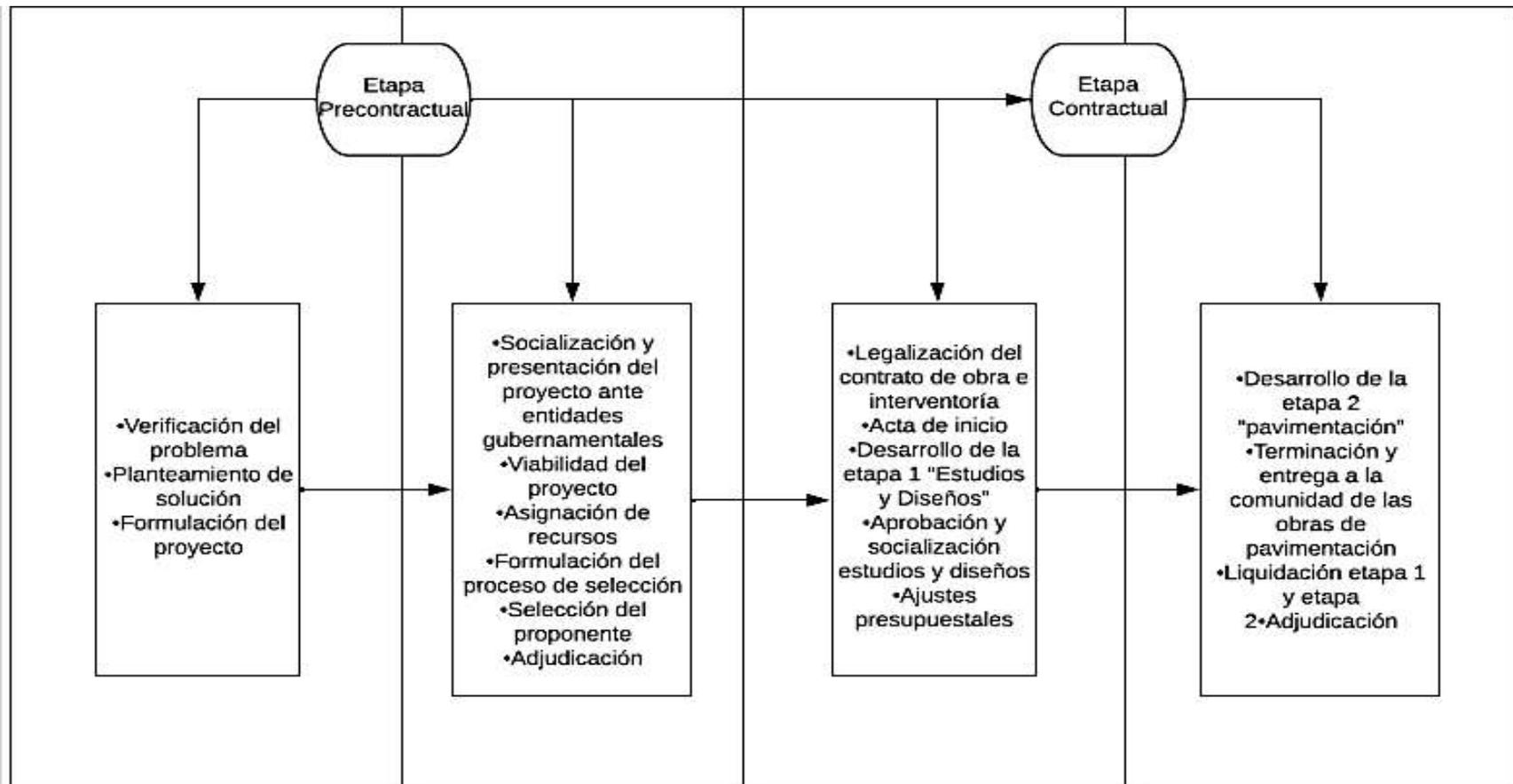
El presente proceso inicia con la formulación de este, verificando en terreno las necesidades de la población objetivo, así damos con la identificación del problema y planteamos las posibles soluciones que generen mayor impacto, con la inversión real y adecuada.

Siendo este planteamiento de interés social, y que las vías son de propiedad del Estado, la ejecución de este proyecto debe darse dentro del marco de la Inversión de recursos de la Nación y/o territoriales, por lo que se hace necesario la presentación del presente proyecto para viabilidad y asignaciones de recursos de dichas Entidades Estatales.

2. La etapa Precontractual

Una vez se cuenten con los recursos para el proyecto, la adquisición de servicio en el sector público se da en el marco de la ley 80, mediante un proceso de selección objetiva, este proceso por el costo al que asciende el presente proyecto, corresponde a proceso de licitación de obra pública, proceso que se realiza por parte de la entidades estatales y se enmarca como la etapa precontractual donde se elaboran los pliegos de condiciones, se presentan unos posibles oferentes, y después de una evaluación se adjudica el proceso.

Figura 1 Procedimiento metodológico.



Fuente: Creación propia

Capítulo IV

4 Identificación y análisis

Teniendo clara la misión de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, este proyecto aporta desarrollo económico y mejora las condiciones de vida a la comunidad del corregimiento de Doima en el municipio de Piedras, así mismo aporta una técnica que es pionera en el país para el sector de la infraestructura vial que mejora la calidad, durabilidad y resiliencia de la capa de rodadura en los pavimentos flexibles, adicionalmente este proyecto está orientado inicialmente a mejorar las condiciones de vida de la población del corregimiento de Doima, además dinamizar su economía y permitir un desarrollo porcentual en las actividades económicas del corregimiento logrando la movilización hacia el municipio de Piedras sin percances y en un menor tiempo, ahora este proyecto está centrado al sector de la infraestructura vial, como aporte a la ingeniería civil este proyecto establece una técnica para la mezcla asfáltica MDC-19 mediante la adición de cal hidratada sobre sus agregados gruesos, logrando mejorar su durabilidad, resiliencia y desgaste en la capa de rodadura con una inversión a muy bajo costo, finalmente cabe resaltar que este proyecto será el primero en contar con esta técnica en nuestro territorio nacional.

4.1 Árbol de problemas

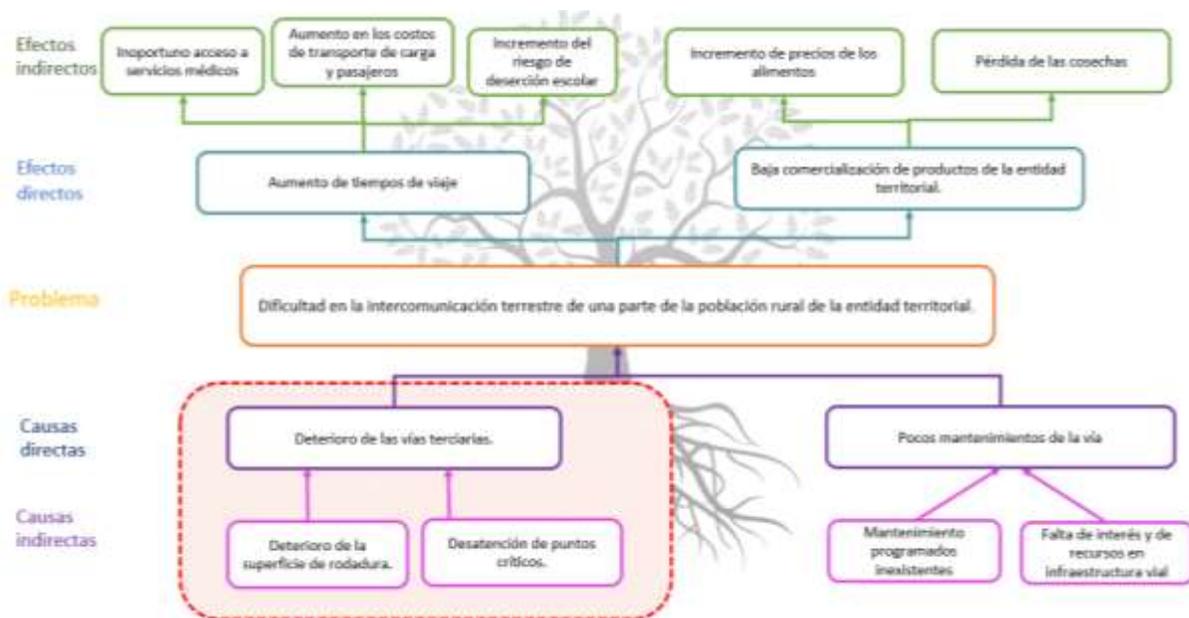
La finalidad de determinar los distintos problemas junto con sus causas y respectivas consecuencias se hace necesario observar a continuación la figura 2, en donde se logra identificar el problema central del presente proyecto, indicando de esta manera la dificultad en la intercomunicación terrestre de una parte de la población rural de la entidad territorial, donde es

causada por el deterioro de las vías terciarias, especialmente en el deterioro de la superficie de rodadura, identificando y detectando los puntos más críticos en la longitud de la vía

4.1.1 Descripción del problema.

El Municipio de Piedras, presenta una precaria realidad en materia de infraestructura vial, dada

Figura 2 Árbol de Problemas.



Fuente: Creación propia

la insuficiente red vial tanto primaria como terciaria, acorde con las necesidades de competitividad que requiere para su desarrollo socioeconómico, teniendo en cuenta que con la actual cobertura vial no es posible lograr una conectividad acorde con los desarrollos turísticos, industriales y agrícolas previstos a corto y largo plazo.

La vía desde el corregimiento de Doima al Municipio de Piedras tiene una longitud aproximada de 21.46 km y un ancho aproximado de 5 metros, un porcentaje del 61% de su sección

longitudinal está en afirmado, muy desgastado y en malas condiciones, así mismo se estableció que el 39% se encuentra pavimentado (Gobernacion del Tolima, 2015), el tamo vial deteriorado no cuenta con placa huella, ni ninguna otra intervención con obras duraderas en su capa de rodadura, su estado es aceptable por la época de verano, la cual se vuelve intransitable en temporada de invierno.

Adicionalmente, el exceso de polvo en época de sequía tiene el potencial de generar enfermedades respiratorias en toda la población que circula o transita por la zona. Los problemas mencionados anteriormente obedecen a diversas causas, entre las que se destacan el deterioro de las vías terciarias y su rasante, la desatención de puntos críticos, la falta de estructuras duraderas y obras de drenaje, sumado a la falta de mantenimiento periódico por parte del ente administrativo encargado.

En la vía se presentan zonas deterioradas, principalmente por fenómenos de erosión, suelos inestables y la presencia de material de subrasante de grandes tamaños que generan un detrimento de la calidad de viaje de las personas que transitan por la vía, entre otras consideraciones especiales.

Figura 3 Estado de la vía Abscisa k1+500



Fuente: Los autores

Figura 4 Estado de la vía Abscisa k3+720



Fuente: Los autores

Figura 5 Estado de la vía Abscisa k5+000



Fuente: Los autores

Figura 6 Estado de la vía Abscisa k7+120



Fuente: Los autores

4.1.2 Magnitud.

El tiempo de desplazamiento entre el corregimiento de Doima y el municipio de piedras es de 1 hora en promedio para un trayecto de 21.46 km, pues se presentan tramos que suman 13.1 km en malas condiciones, que impiden el tránsito a velocidad constante de los vehículos.

4.2 Análisis de los participantes

El municipio de Piedras ha llevado a cabo proyectos similares. Este tipo de proyectos buscan beneficiar a la población afectada por el estado actual de las vías, orientados a mejorar sus condiciones de vida, generar empleo en las zonas rurales y apoyar los sectores de infraestructura para el desarrollo regional.

Se han realizado acercamientos con la comunidad para contarles acerca de la obra y ellos actuarán como veedores de esta y vigilarán su buen uso y mantenimiento. Adicionalmente, se realizarán reuniones periódicas de seguimiento para el desarrollo del proyecto. En cuanto a las actividades de transporte que se realizan habitualmente sobre la vía intervenida, se concertará si es posible, la habilitación de rutas alternas y horarios, con los transportadores con el fin de garantizar el uso de la infraestructura existente.

En la siguiente tabla se ilustran los principales participantes del proyecto en mención, así como su contribución y posición.

Figura 7: Participantes del proyecto

| Participante | Contribución o Gestión |
|--------------|--|
| Actor: Otro. | Diseñar un plan de recolección de productos en horarios y puntos específicos mientras se |

| | |
|---|--|
| <p>Entidad: Campesinos, habitantes y comerciantes de productos agrícolas que comercializan sus productos en las vías.</p> <p>Posición: Perjudicado.</p> <p>Intereses o Expectativas: Durante la ejecución de las obras, la comercialización de sus productos se puede ver afectada por los cierres totales o parciales de las vías en horarios pico adicionalmente la congestión vehicular.</p> | <p>adelanta la obra; habilitar rutas alternas para el transporte.</p> |
| <p>Actor: Nacional</p> <p>Entidad: Ministerio De Transporte - Gestión General.</p> <p>Posición: Cooperante.</p> <p>Intereses o Expectativas: Dar cumplimiento a las metas del Plan Maestro de Transporte Intermodal.</p> | <p>Apoyar y prestar colaboración técnica a los organismos estatales que la requieran, para la construcción de obras y de infraestructura vial.</p> |
| <p>Actor: Otro</p> <p>Entidad: habitantes del corregimiento de Doima.</p> <p>Posición: Beneficiario.</p> <p>Intereses o Expectativas: Los habitantes del corregimiento de Doima mejoraran su calidad de vida, aspiraciones económicas, y oportunidades de empleo.</p> | <p>Conformar veedurías para la correcta ejecución de las obras.</p> |
| <p>Actor: Municipal</p> <p>Entidad: Piedras – Tolima</p> <p>Posición: Beneficiario</p> <p>Intereses o Expectativas: El municipio de Piedras mediante las obras pretende mejorar la transito terrestre para comunicar la zona rural y urbana del municipio Mediante su plan de desarrollo.</p> | <p>Gestión e inversión de recursos.</p> |
| <p>Actor: Departamental.</p> <p>Entidad: Tolima.</p> | <p>El departamento del Tolima aporta recursos necesarios para llevar a cabo la construcción de las obras propuestas.</p> |

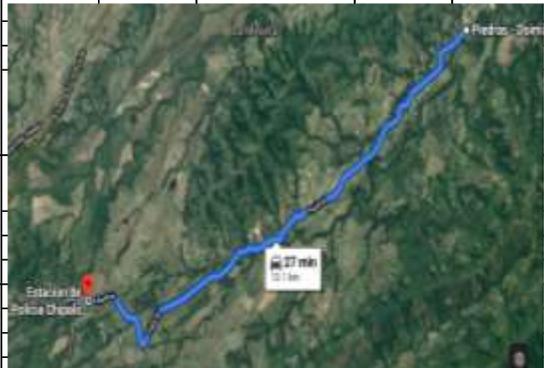
| | |
|---|--|
| Posición: Cooperante | |
| Intereses o Expectativas: El departamento del Tolima tiene dentro de su meta mejorar la red vial terciaria, potenciando el intercambio comercial y facilitando el acceso a servicios básico de salud, educación y transporte. | |

Fuente: Los autores

4.3 Localización

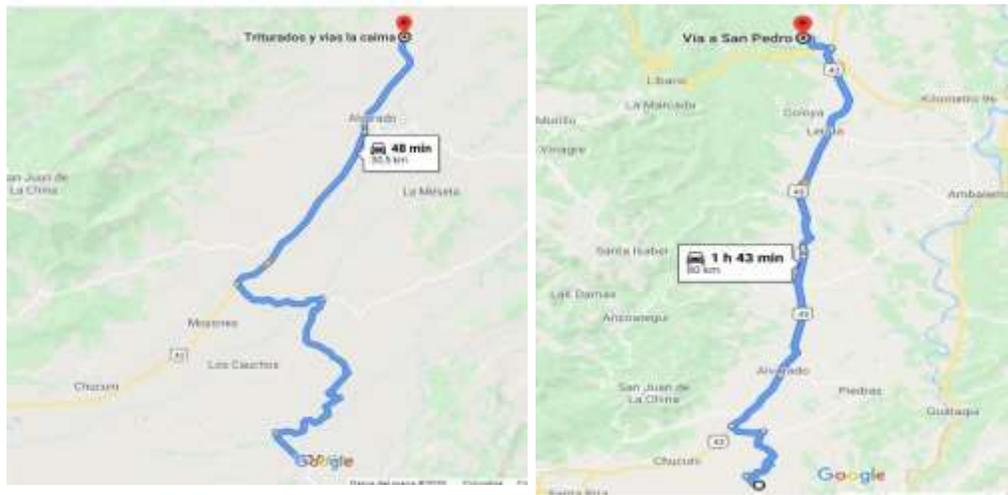
El tramo vial que tendrá como objetivo la pavimentación y el mejoramiento se encuentra ubicado en el municipio de Piedras – Tolima y comunica el corregimiento de Doima con el casco urbano del municipio, permitiendo la Movilización de 6761 Habitantes (DANE, 2020) del corregimiento de Doima hacia distintas partes del territorio colombiano, dinamizando la economía de la región.

Figura 8 Ubicación tramo vial y elementos que la componen

| LOCALIZACION ESQUEMATICA DE LA VIA | | | | | | |
|---|--|--|---|-------|--|--|
|  | | NOMBRE DEL TRAMO: Doima(Chipalo) - Piedras | | | PROYECTO: Pavimentación y recuperación del tramo vial Doima (Chipalo) - Piedras con mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos. | |
| DEPARTAMENTO: Tolima | |  | | | CONTIENE: esquema de localizacion de vias a intervenir | |
| MUNICIPIO: Piedras | | | | | FECHA: 02-10-2020 | |
| No. de obra | COORDENADAS | ABSCISA | DESCRIPCION | NUEVA | EXISTENTE | OBSERVACIONES |
| 1 | 4°29'36.2"N 74°58'15.5"W | K0+000 | Estructura en pavimento flexible con tecnica de adiciona de cal para el mejora miento de la via | X | | Ancho de calzada: 6,5 m , Ancho de berma:0,2 m, Estructura de pavimento: 0,52 m, Espesor capa de Sub-base: 0,25m, Espesor capa de Base granular: 0,10 m, Espesor capa de mezcla asfáltica: 0,07m |
| | 4°32'15.6"N 74°52'52.1"W | K13+100 | | | | |
| 2 | 4°29'24.4"N 74°57'37.0"W | k1 + 400 | alcantarilla | X | | Diametro: 24, Ancho alcantarilla: 6,5m, Altura de aleta:1,2m |
| 3 | 4°29'28.4"N 74°57'14.3"W | k2 +800 | alcantarilla y disipador | X | | Diametro: 24, Ancho alcantarilla: 6,5m, Altura de aleta:1,2m , escalas: 5 |
| 4 | 4°30'01.3"N 74°56'07.7"W | k5 + 100 | alcantarilla | X | | Diametro: 24, Ancho alcantarilla: 6,5m, Altura de aleta:1,2m |
| 5 | 4°30'05.7"N 74°55'58.1"W | k5 + 500 | alcantarilla y disipador | X | | Diametro: 24, Ancho alcantarilla: 6,5m, Altura de aleta:1,2m , escalas: 5 |
| 6 | 4°30'58.1"N 74°54'19.3"W 4.516141, -74.905351 | k9 + 200 | alcantarilla | X | | Diametro: 24, Ancho alcantarilla: 6,5m, Altura de aleta:1,2m |
| 7 | 4°31'49.8"N 74°53'19.6"W | k11+800 | alcantarilla y disipador | X | | Diametro: 24, Ancho alcantarilla: 6,5m, Altura de aleta:1,2m , escalas: 5 |

Fuente: Los autores

Figura 9 Ubicación Canteras materiales y escombrera

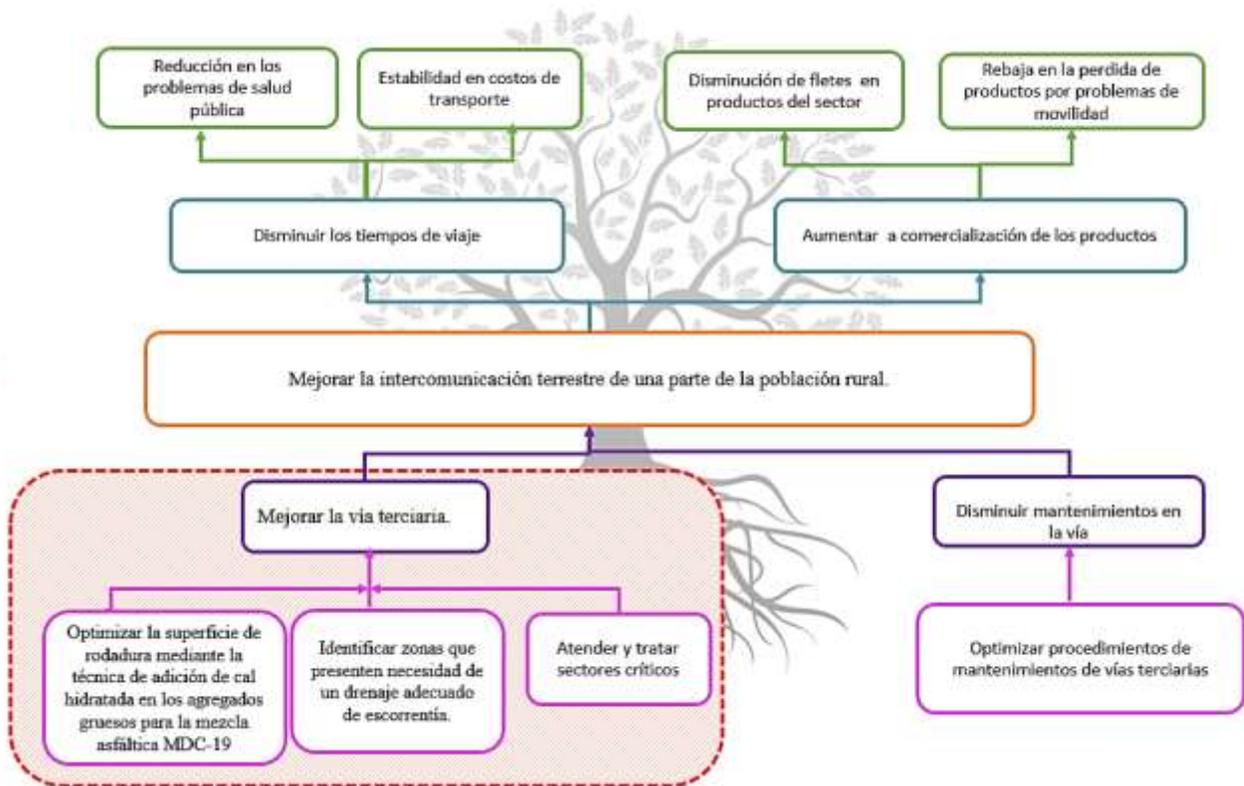
| LOCALIZACION ESQUEMATICA DE CANTERAS Y ESCOMBRERAS | | | |
|---|--|---------------------|--|
| <p>COLOMBIA</p>  | <p>NOMBRE DEL TRAMO: Doima(Chipalo) - Piedras</p> | | <p>PROYECTO: Pavimentación y recuperación del tramo vial Doima (Chipalo) - Piedras con mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos</p> |
| <p>DEPARTAMENTO: Tolima</p> |  | | <p>CONTIENE: esquema de localización de escombreras y canteras de la vía a intervenir</p> |
| <p>MUNICIPIO: Piedras</p> | | | <p>FECHA: 02-10-2020</p> |
| | <p>DESCRIPCION</p> | <p>DISTANCIA</p> | |
| | <p>CANTERA MATERIALES PETREOS</p> | <p>30,5</p> | |
| | <p>CANTERA MATERIAL ASFALTICO</p> | <p>80 KM</p> | |
| | <p>DISPOSICIÓN DE MATERIALES</p> | <p>13,1</p> | |

Fuente: Los autores

4.4 Árbol de objetivos

En la figura 6 se observa el árbol de objetivos, donde se hace mención como objetivo general, el mejorar la intercomunicación terrestre de una parte de la población rural, direccionándolo a la solución del problema central, teniendo así la intención y necesidad recuperar el tramo vial de 13,1 km de longitud el cual comunica desde el sector de Doima (Chípalo) – Piedras, utilizando una mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos, al de igual se observa como el cumplimiento de los demás objetivos durante su desarrollo, contribuyen a solucionar diversas situaciones, generando resultados positivos al sector.

Figura 10 Árbol de Objetivos



Fuente: Los autores

4.4.1 Indicador que mide el objetivo general.

En la siguiente tabla se ilustra el indicador que mide el objetivo del presente proyecto junto con sus características.

Tabla 2 Detalle indicador objetivo

| INDICADOR OBJETIVO | | | | |
|---|------------------|--------|----------------|--------------------------------------|
| Nombre del indicador | Unidad de medida | Meta | Tipo de fuente | Fuente de verificación |
| Disminución en el tiempo de recorrido en un trayecto de 21. %46 km | Minutos | 30 min | Informe | Inspección de la entidad territorial |

Fuente: Los autores(s)

4.5 Análisis de alternativas

Para el análisis de las alternativas se seleccionaron dos tipos de pavimentaciones desarrolladas usualmente en vías de orden terciario, obteniendo como finalidad la economía, la durabilidad, la eficiencia y el confort de las personas que transitaran este tramo vial.

4.5.1 Alternativa A: mejoramiento de la vía con placa huella.

Una estructura de pavimento tipo placa huella constituye una solución para vías terciarias de carácter veredal donde los volúmenes de tránsito son muy bajos y, casi en su totalidad, compuestos por automóviles, camperos y motocicletas (Departamento Nacional de Planeación, 2016). Entre los atributos fundamentales de este tipo de pavimentos se encuentran:

- Ofrecer condiciones de circulación satisfactorias durante un amplio periodo de servicio.

- No requerir complejas actividades de mantenimiento. En particular, en la placa huella el mantenimiento consiste en la limpieza de las obras de drenaje y la rocería de las zonas laterales de la vía.
- No requerir diseños geométricos demasiado exigentes considerando que, bajo condiciones operativas típicas, las velocidades de los vehículos son muy bajas.
- Reducir costos de construcción y mantenimiento respecto a pavimentos de estructuras convencionales (rígidas y flexibles).
- Posibilitar la utilización de materiales y mano de obra local considerando la poca complejidad de las labores constructivas.

4.5.1.1 Componentes de un pavimento en placa huella.

Un sistema de pavimentos en placa huella consta de diferentes elementos cuyos aportes estructurales, hidráulicos o funcionales garantizan que la vía construida cumpla con las solicitudes del diseño propias de cada proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

A continuación, se describen:

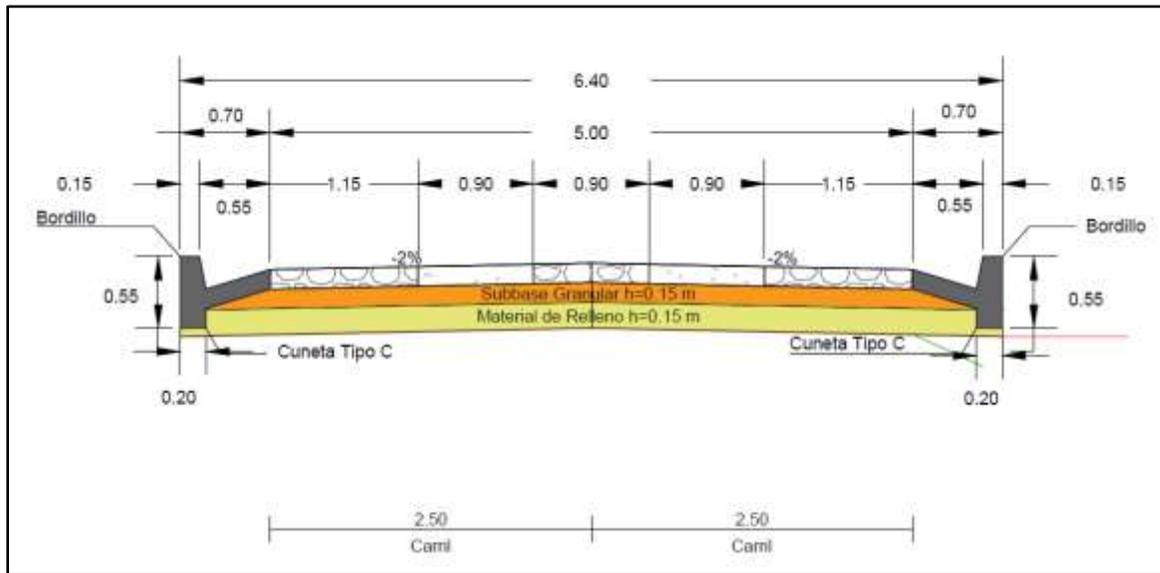
- Subrasante: normalmente conformada por el terreno natural o una capa de afirmado de espesor variable. La resistencia de la subrasante debe cumplir los requerimientos del Instituto Nacional de Vías ($CBR > 3\%$).
- Subbase: una capa de material seleccionado, de espesor típico de 15 cm, que ofrece una superficie de apoyo estable a la placa huella.
- Concreto de resistencia 14MPA para soporte de placa de riostras.
- Placa huella y riostras, que conforman lo que se considera técnicamente como un módulo.

La función principal de la placa huella es soportar los esfuerzos que se producen por el

paso de los ejes de los vehículos. Adicionalmente, permite canalizar la circulación de los vehículos y sustituir un material costoso como el concreto reforzado por uno más económico como el concreto ciclópeo, en aquellas franjas que no están expuestas al paso de los ejes de los vehículos. Por su parte, la riostra consiste en una viga transversal de concreto reforzado, de dimensiones típicas de 20 x 30 cm, que permite conectar y confinar las placas huella a lo largo de la vía.

- Piedra pegada o concreto ciclópeo: material que sustituye al concreto reforzado en aquellas franjas por donde no circulan los ejes de los vehículos. Tiene un espesor típico de 15cm, apoyado sobre el material granular de subbase.
- Berma-cuneta y bordillo: son elementos de concreto reforzado, los cuales constituyen permiten canalizar y evacuar el agua de la superficie del sistema placa huella. Estos elementos generalmente son prefabricados o fundidos monolíticamente en obra para evitar la infiltración del agua a las capas inferiores del pavimento. Estos elementos cumplen las siguientes funciones:
 - Servir como franja de estacionamiento temporal en condiciones de fuerza mayor para evitar la interrupción del flujo vehicular.
 - Permitir la recolección de las aguas lluvias para canalizarlas y conducir las hasta las obras de drenaje dispuestas en la vía.
 - Brindar confinamiento a la subbase.
 - En el caso particular de esta iniciativa, la geometría de la vía en estudio requiere unas dimensiones específicas, las cuales son presentadas detalladamente en la siguiente ilustración.

Figura 11 Árbol de Objetivos



Fuente: Los autores

4.5.2 Alternativa B: mejoramiento de la vía con pavimento flexible con adición de cal hidratada en sus materiales gruesos y alcantarilla.

Un pavimento flexible consta de una estructura multicapa, cuyas capas están conformadas por la combinación de materiales, básicamente de agregados y asfalto, en proporciones definidas bajo criterios técnicos. A partir de las propiedades de los materiales disponibles para la ejecución del proyecto y sus solicitudes específicas para que se pueden calcular los espesores requeridos para soportar los esfuerzos generados por las cargas de tránsito con alto desempeño funcional y estructural.

En particular, se busca que las capas granulares seleccionadas permitan disipar los esfuerzos generados por los ejes de los vehículos, especialmente los vehículos pesados (camiones), considerando que la subrasante presenta grandes limitaciones desde el punto de vista estructural; de esta forma, se garantiza la integridad estructural de la infraestructura diseñada durante su vida útil.

Considerando las características del tránsito de la vía en estudio, se deben tomar como referencia las especificaciones del Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito, la selección de la estructura de pavimento adecuada se realiza de acuerdo con la ponderación técnica de diferentes factores, entre los cuales se destacan:

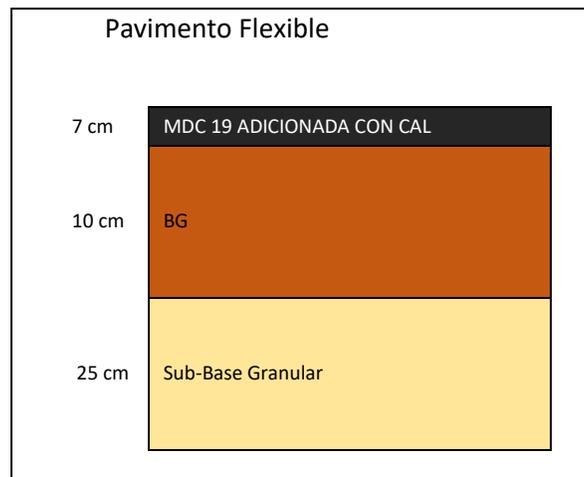
- La disponibilidad de los materiales a distancias razonables del proyecto. Especialmente aquellos que requieren un suministro constante y de grandes volúmenes como el ligante asfáltico y los materiales granulares.
- La disponibilidad de mano de obra calificada de acuerdo con los tipos de estructuras que se planean ejecutar.
- La disponibilidad de equipos requeridos de acuerdo con las estructuras proyectadas.
- Los costos asociados a las diferentes alternativas.
- El tipo de vehículos predominante en la ruta, el cual puede orientar la selección del material de la capa de rodadura adecuado, desde el punto de vista funcional.

4.5.2.1 Estructura propuesta de pavimento flexible con adición de cal hidratada en sus agregados gruesos.

Estructura de pavimento flexible considerando un periodo de diseño de 15 años. Se realizó una verificación mecanicista donde se determinó que las estructuras propuestas cumplen con los criterios de esfuerzos, deformaciones y deflexiones máximas admisibles ampliamente utilizadas en la literatura técnica. La estructura propuesta consiste en:

- 7 cm de MDC-19 Adicionada con cal en un porcentaje de 1%
- 10 cm de base granular tipo C
- 25 cm de Sub-Base Granular

Figura 12 Estructura de pavimento



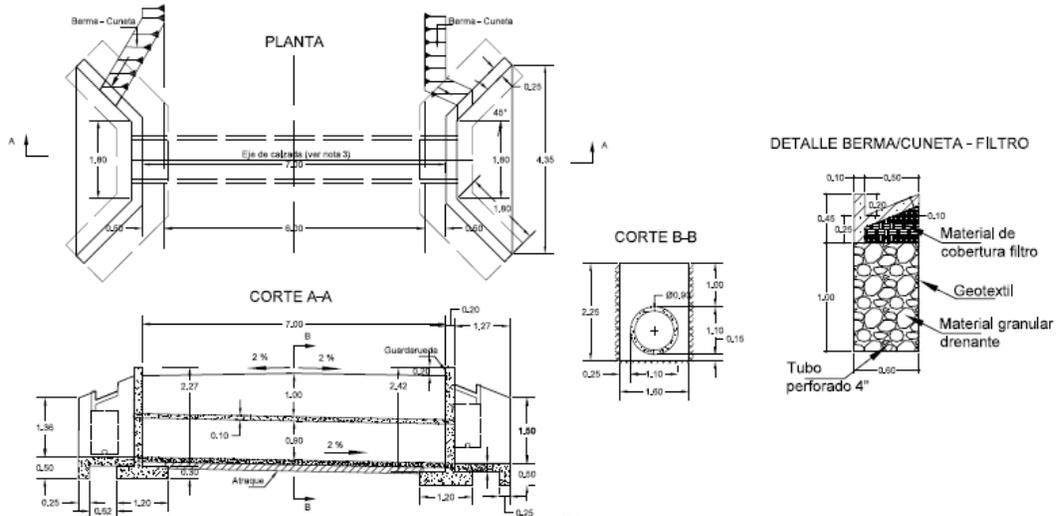
Fuente: Los autores

4.5.2.2 Alcantarilla de 36”.

Es su forma más elemental de un solo tubo de dimensión mínima de 36” (0,90m), corresponde al elemento de drenaje transversal tipo poceta-aleta encargado de recolectar y evacuar a través de la estructura de vía la escorrentía de origen superficial y subsuperficial aportante por las cunetas y/o filtros o en su configuración aleta. Aleta que permite además de recibir y evacuar los aportes anteriores a dar continuidad de causas con flujos tipos intermitentes o efímeros, limitando su capacidad hidráulica hasta valores de caudal del orden de 1,2 m³/s bajo las condiciones de pendiente del 2%, la cual es usual en este tipo de estructura.

La profundidad mínima de instalación de la tubería deberá satisfacer los requerimientos geotécnicos de la cimentación y estructurales del tipo de tubería seleccionada durante y después de la construcción.

Figura 13 Estructura de pavimento



Fuente: Cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea. INVIAS

4.5.3 Selección de alternativa.

Los criterios analizados fueron evaluados en consideración a los impactos que cada una de las alternativas genera en torno a la transformación de la situación problemática, de cada uno de estos; de tal forma que fue evaluado con una calificación de 0 a 5 siendo 0 la calificación más baja.

Tabla 3 Análisis detallado de la alternativa A

| ANÁLISIS ALTERNATIVA A | | | | | | |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------|------------------------|--|
| Factor de Análisis | Ponderación del Factor | Elementos de Análisis | Ponderación Elemento | Calificación | Calificación Ponderada | |
| PERTINENCIA | 25% | Necesidades de la población | 60% | 5 | 0,8 | |
| | | Desafíos del desarrollo | 40% | 5 | 0,5 | |

| | | | | | |
|----------------|-----|--|-----|---|------|
| COHERENCIA | 20% | Relación entre Problema y la Solución Propuesta | 35% | 4 | 0,3 |
| | | Relación entre el Fin y el Propósito | 30% | 4 | 0,2 |
| | | Relación entre el propósito y los resultados | 35% | 4 | 0,3 |
| SOSTENIBILIDAD | 20% | Comprensible en su entorno cultural | 20% | 4 | 0,2 |
| | | Deseable en el aspecto social | 30% | 4 | 0,2 |
| | | Manejable en términos de la organización existente | 20% | 4 | 0,2 |
| | | Factible en sus aspectos técnicos y económicos | 30% | 4 | 0,2 |
| IMPACTO | 15% | Económica | 25% | 4 | 0,2 |
| | | Ambiental | 30% | 5 | 0,2 |
| | | Social | 25% | 4 | 0,2 |
| | | Político | 20% | 3 | 0,1 |
| VIABILIDAD | 20% | Contribuirá a mejorar la calidad de vida de los involucrados | 65% | 4 | 0,5 |
| | | El impacto que generará es significativo | 35% | 4 | 0,3 |
| TOTAL | | | | | 4,27 |

Fuente: Los autores

Tabla 4 Análisis detallado de la alternativa B

| ANALISIS ALTERNATIVA B | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|--|
| Factor de Análisis | Ponderación del Factor | Elementos de Análisis | Ponderación Elemento | Calificación | Calificación Ponderada | |
| PERTINENCIA | 25% | Necesidades de la población | 60% | 5 | 0,8 | |
| | | Desafíos del desarrollo | 40% | 5 | 0,5 | |
| COHERENCIA | 20% | Relación entre Problema y la Solución Propuesta | 35% | 5 | 0,4 | |
| | | Relación entre el Fin y el Propósito | 30% | 4 | 0,2 | |
| | | Relación entre el propósito y los resultados | 35% | 4 | 0,3 | |
| SOSTENIBILIDAD | 20% | Comprensible en su entorno cultural | 20% | 4 | 0,2 | |
| | | Deseable en el aspecto social | 30% | 4 | 0,2 | |
| | | Manejable en términos de la organización existente | 20% | 4 | 0,2 | |
| | | Factible en sus aspectos técnicos y económicos | 30% | 4 | 0,2 | |
| IMPACTO | 15% | Económica | 25% | 5 | 0,2 | |
| | | Ambiental | 30% | 3 | 0,1 | |
| | | Social | 25% | 5 | 0,2 | |
| | | Político | 20% | 5 | 0,2 | |

| | | | | | |
|------------|-----|--|-----|---|------|
| VIABILIDAD | 20% | Contribuirá a mejorar la calidad de vida de los involucrados | 65% | 4 | 0,5 |
| | | El impacto que generará es significativo | 35% | 4 | 0,3 |
| TOTAL | | | | | 4,38 |

Fuente: Los autores

Finalmente realizado el análisis detallado a cada alternativo tenemos a continuación el cálculo ponderado final en donde se establece la alternativa con mayor puntaje viable para desarrollar el proyecto.

Tabla 5 Análisis de la alternativa seleccionada

| ANÁLISIS DETALLADO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA | | |
|--|---------------|---------------|
| Criterios | Alternativas | |
| | Alternativa A | Alternativa B |
| Necesidades de la población | 0,75 | 0,75 |
| Desafíos del desarrollo | 0,50 | 0,50 |
| Relación entre Problema y la Solución Propuesta | 0,28 | 0,35 |
| Relación entre el Fin y el Propósito | 0,24 | 0,24 |
| Relación entre el propósito y los resultados | 0,28 | 0,28 |
| Comprensible en su entorno cultural | 0,16 | 0,16 |
| Deseable en el aspecto social | 0,24 | 0,24 |
| Manejable en términos de la organización existente | 0,16 | 0,16 |

| | | |
|--|------|------|
| Factible en sus aspectos técnicos y económicos | 0,24 | 0,24 |
| Económica | 0,15 | 0,19 |
| Ambiental | 0,23 | 0,14 |
| Social | 0,15 | 0,19 |
| Político | 0,09 | 0,15 |
| Contribuirá a mejorar la calidad de vida de los involucrados | 0,52 | 0,52 |
| El impacto que generará es significativo | 0,28 | 0,28 |
| Total | 4,27 | 4,38 |

Fuente: Los autores

Tabla 6 Análisis detallado de la alternativa seleccionada

| ANÁLISIS DETALLADO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA | | |
|--|---------------|---------------|
| Criterios | Alternativas | |
| | Alternativa A | Alternativa B |
| Necesidades de la población | 0,75 | 0,75 |
| Desafíos del desarrollo | 0,50 | 0,50 |
| Relación entre Problema y la Solución Propuesta | 0,28 | 0,35 |
| Relación entre el Fin y el Propósito | 0,24 | 0,24 |
| Relación entre el propósito y los resultados | 0,28 | 0,28 |
| Comprensible en su entorno cultural | 0,16 | 0,16 |
| Deseable en el aspecto social | 0,24 | 0,24 |
| Manejable en términos de la organización existente | 0,16 | 0,16 |

| | | |
|--|------|------|
| Factible en sus aspectos técnicos y económicos | 0,24 | 0,24 |
| Económica | 0,15 | 0,19 |
| Ambiental | 0,23 | 0,14 |
| Social | 0,15 | 0,19 |
| Político | 0,09 | 0,15 |
| Contribuirá a mejorar la calidad de vida de los involucrados | 0,52 | 0,52 |
| El impacto que generará es significativo | 0,28 | 0,28 |

Fuente: Los autores

Al comparar las diversas soluciones, en cuanto a su precio, tránsito de vehículos y dadas las características de la zona rural del municipio, la alternativa de solución definitiva es la alternativa B esto debido a que presento una calificación mayor para los términos evaluados estableciendo la alternativa mejoramiento de la vía implementado pavimento flexible y alcantarilla

Capítulo V

5 Matriz marco lógico

Teniendo plasmadas las directrices del proyecto, se hace necesario poder identificar, una serie de información en donde se comprenda de forma clara y concisa todo lo relacionado para poder cumplir el propósito del proyecto, relacionando a su vez toda aquella información necesaria en este proceso.

5.1 Fin, propósito y componentes

El presente proyecto tiene como fin, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades cercanas, impulsando todo tipo de desarrollo y beneficios que generan este tipo de obras, dando a su vez, el propósito de realizar el mejoramiento del tramo vial Doima (Chipalo) - Piedras con mezcla asfáltica MDC – 19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos. Teniendo en cuenta los componentes del proyecto, se posee una vía terciaria, ampliada y/o rectificada, cumpliendo con las condiciones necesarias establecidas.

5.2 Definición de actividades

Con el fin de poder cumplir con el propósito del proyecto, se hace necesario establecer unas series de actividades que permitan el desarrollo normal y posterior cumplimiento, satisfaciendo las necesidades propias y todas aquellas que se deriven y sean de gran valor para la obra, a continuación, se observa la siguiente tabla son dicha información.

Tabla 7 Lista de actividades

| | |
|--------------------|---|
| Actividades | 1.1.1 - CAPITULO I PRELIMINARES (*) |
| | 1.1.2 - CAPITULO II EXCAVACIONES (*) |
| | 1.1.3 - CAPITULO III PAVIMENTACION DE LAVIA (*) |
| | 1.1.4 - CAPITULO IV CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRAULICAS (*) |
| | 1.1.5 - CAPITULO V CUNETA REVESTIDA EN CONCRETO Y BORDILLOS (*) |
| | 1.1.6 - CAPITULO VI SEÑALIZACIÓN (*) |
| | 1.1.7 - AIU (*) |
| | 1.1.8 - COSTO DEL MANEJO DEL PAGA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS AMBIENTALES (*) |
| | 1.1.9 - PLAN DE MANEJO DE TRANSITO (*) |
| | 1.1.10 - INTERVENTORIA (*) |

(*) Actividades con ruta crítica

Fuente: creación propia.

5.3 Indicadores

Es de necesidad relacionar una serie de ítems, los cuales definirán y la importancia del propósito buscando a su vez el cumplimiento total del mismo. En relación al propósito, el indicador que nos enfoca es la disminución en el tiempo de recorrido en un trayecto de 13.1Km, generando una oportunidad de crecimiento en todos los aspectos a la población.

Es así, que para el producto se va a obtener un indicador en donde se relacione la vía terciaria, en cuanto a las actividades indicadas, se desarrollaran indicadores en relación a los contratos suscritos con una unidad de medida y meta de 1.000, así como, las diferentes interventorías realizándose con un numero de medida y meta de 1.000.

5.4 Medios de verificación

Al momento de la ejecución y desarrollo del objetivo general, se establece la necesidad de realizar una verificación en donde para el caso del proyecto, se realizaría por medios de informes

por parte de la inspección de la entidad, adicional se le programará al producto, informes por medio de actas parciales por las entidades estatales.

5.5 Supuestos

En el transcurso normal del desarrollo del proyecto, surgen y se reportan una serie de incidentes los cuales retrasarían toda la ejecución del proyecto, pero de la misma manera, se puede suponer un panorama donde ninguno de estos incidentes o situaciones no sucedan, estos supuestos contemplan dicho escenario y ayuda a tener una visión diferente, estos supuestos para el objetivo general, tienen referencia a que no se presentaran derrumbes, ni hundimientos que bloqueen la vía, permitiendo cumplir con lo proyectado en los tiempos destinados para ello.

Ahora bien, para el producto a entregar, se va a suponer que los costos de los estudios se encuentran actualizados, por ende no se presentarán eventos extraordinarios y condiciones climáticas adversas, también, se puede suponer que no se presentaran alteraciones, ni desordenes de orden público, durante el desarrollo del proyecto, tampoco se presentará desorganización del flujo vehicular, se realiza el plan de manejo de tránsito adecuado, se resalta que la entidad programa adicionalmente, mantenimientos durante su periodo de vigencia.

Se hace mención que, para las actividades programadas, se tiene el supuesto, el cual no se presentaran fenómenos en la etapa de estudio y de diseño del proyecto.

Capítulo VI

6 Estudio de necesidades

La técnica innovadora para este proyecto es la implementación de mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada (Machado h. , 2020) que para su cemento asfáltico 60/70 en dicha investigación cumple con las siguientes propiedades según las especificaciones técnicas,

Tabla 8 Propiedades generales del Cemento asfáltico 60/70

| <i>Ensayo</i> | <i>Método</i> | <i>Unidades</i> | <i>Valores Recomendados</i> | <i>Resultados</i> |
|---|---------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| Ensayos en el Asfalto Original | | | | |
| Gravedad específica | AASHTO T 228-04 | - | - | 1.012 |
| Penetración (25°C, 100 g, 5 s) | ASTM D5/D5M | 0.1 mm | 60-70 | 62.5 |
| Índice de penetración | NLT 181 | - | -1.2/+0.6 | -0.94 |
| Viscosidad (60°C) | ASTM D4402 / D4402M | Poises | 1500 mínimo | 1770 |
| Punto de Ablandamiento | ASTM D-36 | °C | 48-54 | 49 |
| Ductilidad (25°C, 5cm/min) | ASTM D-113 | cm | 100 mínimo | >105 |
| Punto de Inflamación | ASTM D3143 | °C | 230 mínimo | 289 |
| Ensayos en el residuo de asfalto después del RTFOT (<i>Rolling Thin Film Oven Test</i>) | | | | |
| Pérdida de masa | ASTM D-2872 | % | 0.8 máximo | 0.63 |
| Penetración (25°C, 100 g, 5 s), porcentaje con | ASTM D5/D5M | % | 50 mínimo | 77 |

| | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|
| respecto a la penetración inicial | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|

Fuente: Los autores

Así mismo los agregados pétreos cumplen con las especificaciones técnicas tal y como se describe a continuación:

Tabla 9 Propiedades generales de los agregados

| Ensayo | Método | Valores Recomendados | Resultados |
|---|---------------------|----------------------|-------------|
| Gravedad específica/Absorción agregado fino | ASTM C 128 | - | 2.64/1.7% |
| Gravedad específica/Absorción agregado grueso | ASTM C 127 | - | 2.52/1.62% |
| Caras fracturadas (1 cara) | ASTM D 5821 | 85% mínimo | 89% |
| Índice de alargamiento | BS812-105.1 | 10% máximo | 8.9% |
| Índice de aplanamiento | BS812-105.2 | 10% máximo | 7.6% |
| Índice de plasticidad | ASTM D4318 | No plástico | No plástico |
| 10% de finos (resistencia en húmedo) | BS812 Part 110-1990 | 100 kN mínimo | 133 kN |
| Micro-Deval | ASTM D6928 | 20% máximo | 18.8% |
| Desgaste a la abrasión en la Máquina de los Ángeles | ASTM C131 | 25% máximo | 23.7% |

Fuente: Creación propia

Esta técnica fue objeto de una investigación (Machado h. , 2020), para la cual se obtuvieron beneficios al adicionar cal hidratada porcentualmente sobre la mezcla asfáltica obteniendo un

porcentaje ideal, el cual mitiga daños prematuros en los pavimentos y evita mantenimientos prematuros originando beneficios para el contratista y la entidad contratante.

La pavimentación del tramo vial en sus 12.1 kilómetros mediante la técnica anteriormente expuesta aumentaran la vida útil del pavimento, reducirán mantenimientos posteriores debido a distintas fallas presentadas en los pavimentados y recortara el tiempo de recorrido en un 50% equivalente a 30 minutos, beneficios que dinamizaran la economía tanto en el corregimiento de Doima como en el municipio de Piedras.

6.1 Segmentación del mercado (población afectada y población objetivo)

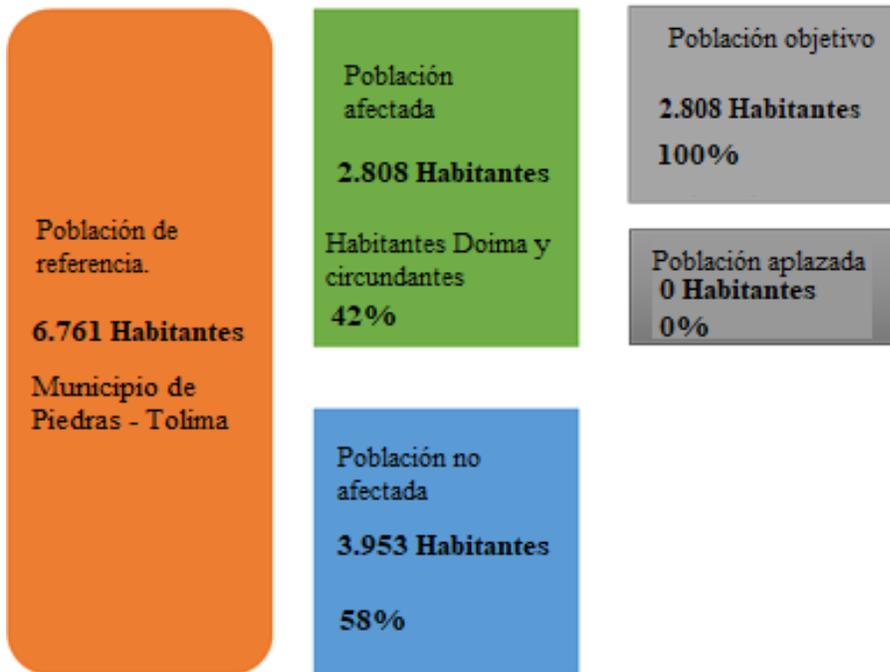
Como es de saber, la construcción de vías a nivel nacional generan desarrollo para el país, generan mayor economía, mejoran la calidad de vida de los habitantes y mejoran la conexión entre dos o más comunidades (Herranz Loncán, 2002) , ahora partiendo del mercado de este tipo de proyectos, se hace necesario saber que dicho proyecto es de iniciativa pública, por ende los principales actores que deben asegurar el éxito del mismo es el gobierno local o departamental, que dentro de sus planes de desarrollo de gobierno estipulan programas para el mejoramiento de mallas viales.

Desde luego así, la situación de este proyecto por la longitud y cuantía será objeto inicialmente de interés por parte de la gobernación del Tolima, quien está a cargo y con la disposición de mejorar estos tramos viales tal y como lo estipula en el Decreto 0397 del 2019, en donde da lugar a establecer las vías a cargo de la gobernación del Tolima.

Es de resaltar, que el proyecto generará ingresos y oportunidades a la población del sector, los cuales dispondrán de recursos como alimentos, hospedajes entro otros, así como también de mano

de obra por parte de los pobladores de la zona, quienes a su vez retornarán dichos ingresos en el comercio del sector al realizar las compras supliendo sus necesidades básicas.

Figura 14 Análisis de la alternativa seleccionada



Fuente: Fuente: DANE (2020) proyecciones poblacionales 2018-2023

Para ello, se toma la población del municipio de Piedras – Tolima, como objeto de análisis y de intervención, según DANE, 2020, teniendo en cuenta las proyecciones poblacionales 2018-2023 la población proyectada del municipio de Piedras al 2020 sería de 6.761 habitantes.

Así mismo, se relaciona en la siguiente tabla, las características de la población afectada, la cual será beneficiada de forma directa gracias a la intervención, actuando sobre la población objetivo, allí se ilustra los datos estadísticos básicos de sexo y rango de edades:

Tabla 10 Población objetivo.

| POBLACIÓN OBJETIVO | | | |
|---------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|
| Edades | Masculino | Femenino | Total, población |
| 0-14 | 296 | 285 | 581 |
| 15-19 | 149 | 106 | 255 |
| 20-59 | 761 | 687 | 1448 |
| Mayor de 60 años | 264 | 259 | 523 |
| TOTAL, DANE | 1470 | 1338 | 2808 |

Fuente: DANE (2020) proyecciones poblacionales 2018-2023

6.2 Estudio de la oferta

El municipio de Piedras cuenta con un tramo vial que conecta el corregimiento de Doima con su casco urbano, este tramo vial está caracterizado como una vía de orden terciario (Gobernación del Tolima, 2019), así mismo este tramo vial cuenta con una longitud de 21.46 km (Gobernación del Tolima, 2019), de los cuales el 61% se encuentra pavimentado (Gobernación del Tolima, 2015) y el 39% se encuentra en condiciones desfavorables para el tránsito automotor.

Es así que para el presente proyecto la oferta será el 39% del total del tramo vial, que corresponde a 8.36 Kilometro de vía que se encuentra en buenas condiciones de transpirabilidad.

6.3 Estudio de la demanda

El tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras que tendrá como resultado la recuperación con mezcla asfáltica mdc-19 adicionada con cal hidratada cuenta con una longitud de 21.46 kilómetros de longitud (Gobernacion del Tolima , 2019) que para el presente proyecto surgirá como la demanda.

6.4 Análisis de la viabilidad del proyecto

Para la viabilidad de este proyecto, se debe cumplir con ciertas normativas, certificaciones y documentos de la entidad la cual quiera brindar el recurso para la ejecución, es así, que para la viabilidad de dicho proyecto se requieren de componentes técnicos, logísticos, económico y de organización para poder generar y cumplir a cabalidad.

Tabla 11 Descripción del bien.

| Bien | Unidad de medida | Descripción | Año inicial Histórico | Año final histórico | Proyección final |
|---------------------------|------------------|--|-----------------------|---------------------|------------------|
| Vías terciarias mejoradas | Kilómetros | - La oferta está dada por el total de kilómetros en buen estado que tiene la vía que se intervendrá. - La demanda está dada por el total de kilómetros que tiene la vía que se intervendrá. | 2019 | 2020 | 2023 |

Fuente: Creación propia.

El bien que al que se desea realizar el mejoramiento vial, hace referencia a una vía terciaria de 21.46km la cual permitirá generar un desarrollo al sector en todos los aspectos mejorando la calidad de vida a sus pobladores, de la cual solo en la actualidad dispone del 39% en buen estado, dejando así en mal estado 13.10km disponibles a intervenir. El utilizar una mezcla especial, daría como resultado un ahorro en mantenimientos, en tiempos, así como también en mejoras de calidad de vida.

Según estudios realizados (España, 2011) se ha demostrado como la pavimentación con mezclas asfálticas adicionadas con cal hidratada generan beneficios para los prematuros mantenimientos de los corredores viales, la mezcla asfáltica a utilizar presento resultados significativos (Machado h. , 2020) para la construcción de este tipo de pavimentos, dejando como respuesta una gran resistencia al desgaste por rodamiento y agrietamiento.

6.4.1 Descripción de la capacidad

Como se mencionó previamente, la oferta está dada por el total de kilómetros en buen estado que tiene la vía que se intervendrán y, por su parte, la demanda está dada por el total de kilómetros que tiene esta vía. Este cálculo es el resultado de un análisis cualitativo y de capacidad de la vía.

Tabla 12 Estimación número de habitantes en zona de influencia.

| Año | Oferta de vías (km) | Demanda de vías (km) | Déficit |
|-------------|---------------------|----------------------|---------------|
| 2016 | 8.36 | 21.46 | -13.10 |
| 2017 | 8.36 | 21.46 | -13.10 |
| 2018 | 8.36 | 21.46 | -13.10 |
| 2019 | 8.36 | 21.46 | -13.10 |
| 2020 | 21.46 | 21.46 | 0.00 |
| 2021 | 21.46 | 21.46 | 0.00 |
| 2022 | 21.46 | 21.46 | 0.00 |
| 2023 | 21.46 | 21.46 | 0.00 |
| 2024 | 21.46 | 21.46 | 0.00 |

Fuente: MGA web

Capítulo VII

7 Estudio técnico

Para el desarrollo del presente proceso se requiere de un estudio técnico el cual según los siguientes apartados sustentarán los requisitos que permitirán el correcto desarrollo del proyecto en mención.

7.1 Localización

La ubicación del tramo vial a intervenir se encuentra descrito dentro de la siguiente tabla en donde se ilustran las coordenadas y abscisas para el inicio y final del tramo vial a intervenir,

Tabla 13 Ubicación Tramo vial.

| Dpto. | Municipio | Vía Priorizada | Coordenada Inicio | Coordenada Fin |
|---|-----------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Tolima | Piedras | Vía terciaria Doima – Piedras | Latitud 4.493425 | Latitud 4.537577 |
| | | | Longitud - 74.971000 | Longitud - 74.881227 |
| Tramo Vial: El tramo en concreto asfáltico adicionado con cal hidratada en sus agregados gruesos está ubicado en el corregimiento de Doima, cuenta con una longitud de 13.100 metros, iniciando en las abscisas K0+000 (4°29'36.2"N 74°58'15.5"W) y finalizando en la abscisa K13+100 (4°32'15.6"N 74°52'52.1"W). | | | | |

Fuente: Creación propia.

7.2 Cadena de valor

Para la formulación del presente proyecto se estableció la siguiente cadena de valor en donde se vincularon la totalidad de actividades con sus respectivos costos, desglosados en distintos bienes o servicios entre ellos, mano de obra calificada, mano de obra no calificada, maquinaria y equipo, materiales y transporte.

Tabla 14 Ubicación Tramo vial.

| Nombre del Proyecto | | Mejoramiento del tramo vial Doima (Chipalo) - Piedras con mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos | | | | | | |
|---|----------------------------|---|---------------------------------|------------------------|------------|---|--|--------------------------|
| Objetivo General Proyecto | | Mejorar la intercomunicación terrestre de una parte de la población rural. | | | | | | |
| Objetivo específico (1) | Productos | | | | | Actividades | | |
| | Producto | Unidad de Medida | Cantidad Horizonte del proyecto | Indicador | Meta año 1 | Actividad (capítulos) | Nombre de bienes y servicios (Insumos) | Valor total Periodo 0 |
| Mejorar la vía terciaria | Vía terciaria mejorada | Km | 13,100 | Vía terciaria mejorada | 13,100 | CAPITULO I PRELIMINARES | Mano de obra calificada | \$ 4.544.063 |
| | | | | | | | Mano de obra no calificada | \$ 9.088.125 |
| | | | | | | | maquinaria y equipo | \$ 18.176.250 |
| | | | | | | | Materiales | \$ 45.440.625 |
| | | | | | | | Transporte | \$ 13.632.189 |
| | | | | | | Total actividad | \$ 90.881.250 | |
| | | | | | | CAPITULO II EXCAVACIONES | Mano de obra calificada | \$ 5.411.070 |
| | | | | | | | Mano de obra no calificada | \$ 10.822.139 |
| | | | | | | | maquinaria y equipo | \$ 21.644.279 |
| | | | | | | | Materiales | \$ 54.110.696 |
| | | | | | | | Transporte | \$ 16.233.209 |
| | | | | | | Total actividad | \$ 108.221.392 | |
| | | | | | | CAPITULO III PAVIMENTACION DE LA VIA | Mano de obra calificada | \$ 438.258.140 |
| | | | | | | | Mano de obra no calificada | \$ 876.516.280 |
| | | | | | | | maquinaria y equipo | \$ 1.753.032.561 |
| | | | | | | | Materiales | \$ 4.382.581.402 |
| | | | | | | | Transporte | \$ 1.314.774.421 |
| | | | | | | Total actividad | \$ 8.765.162.803 | |
| | | | | | | CAPITULO IV CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRAULICAS | Mano de obra calificada | \$ 30.818.625 |
| | | | | | | | Mano de obra no calificada | \$ 61.637.250 |
| | | | | | | | maquinaria y equipo | \$ 123.274.499 |
| | | | | | | | Materiales | \$ 308.186.248 |
| | | | | | | | Transporte | \$ 92.455.874 |
| | | | | | | Total actividad | \$ 616.372.496 | |
| | | | | | | CAPITULO V CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO Y BORDILLOS | Mano de obra calificada | \$ 104.299.000 |
| | | | | | | | Mano de obra no calificada | \$ 208.598.000 |
| | | | | | | | maquinaria y equipo | \$ 417.196.000 |
| | | | | | | | Materiales | \$ 1.042.990.000 |
| Transporte | \$ 312.897.000 | | | | | | | |
| Total actividad | \$ 2.085.980.000 | | | | | | | |
| CAPITULO VI SEÑALIZACIÓN | Mano de obra calificada | \$ 8.054.706 | | | | | | |
| | Mano de obra no calificada | \$ 16.109.414 | | | | | | |
| | maquinaria y equipo | \$ 32.218.826 | | | | | | |
| | Materiales | \$ 80.547.066 | | | | | | |
| | Transporte | \$ 24.164.120 | | | | | | |
| Total actividad | \$ 161.094.132 | | | | | | | |
| ESTUDIOS Y DISEÑOS | Mano de obra calificada | \$ 659.000.000 | | | | | | |
| | Total actividad | \$ 659.000.000 | | | | | | |
| COSTO DEL MANEJO DEL PAGA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS AMBIENTALES | mano de obra calificada | \$ 183.286.273 | | | | | | |
| | Total actividad | \$ 183.286.273 | | | | | | |
| PLAN DE MANEJO DE TRANSITO | mano de obra calificada | \$ 80.405.657 | | | | | | |
| | Total actividad | \$ 80.405.657 | | | | | | |
| INTERVENTORIA (7%) | mano de obra calificada | \$ 827.939.845,11 | | | | | | |
| | Total actividad | \$ 827.939.845 | | | | | | |
| Total objetivo 1 | | | | | | | | \$ 13.578.343.848 |
| TOTAL PROYECTO | | | | | | | | \$ 13.578.343.848 |

Fuente: Creación propia

7.3 Maquinaria y equipos necesarios

Para el presente proyecto se requiere de la siguiente maquinaria y equipo, insumo y transporte el cual estuvo consolidado para la elaboración del presupuesto de obra, con precios referencia del instituto nacional de vías INVIAS

Tabla 15 Maquinaria y equipo

| MEJORAMIENTO EN CONCRETO HIDRAULICO VIA VALENCIA – LAS NUBES – CACHACO ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE VALENCIA DEPARTAMENTO DE CORDOBA | | |
|--|------------|---------------------|
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | |
| DESCRIPCIÓN | UND | PRECIO- [\$] |
| Retroexcavadora 2 Ton | Hora | 172.237,59 |
| Retroexcavadora A25C | Hora | 186.563,89 |
| Bulldozer, Potencia al volante de 140 HP, motor de 2200 RPM, longitud de hoja 4,80m. | Hora | 165.000,00 |
| Guadañadora, Cilindraje 41.5 cm ³ , Longitud del mango 1450 mm, Peso 7.4 kg | Hora | 3.928,82 |
| Compactador Manual Saltarín | Hora | 11.020,51 |
| Volqueta | km | 1.500,00 |
| Mezcladora de Concreto | Hora | 6.146,00 |
| Vibrador de Concreto | Hora | 9.637,00 |
| Carro tanque de agua (1000 Galones) | Hora | 50.860,62 |
| Vibro compactador | Hora | 118.098,25 |
| Equipo de cómputo con software o licencia | Hora | 180.000,00 |
| Motosierra, 93.6 cm ³ - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg | Hora | 5.403,56 |
| CAMION DE SLURRY | Hora | 68.000,00 |
| COMPRESOR (BARRIDO Y SOPLADO) | Hora | 74.841,00 |
| Compactador neumático de Potencia 70 HP, peso de 13 ton | Hora | 134.000,00 |
| Compactador de rodillo POTENCIA 99HP, peso 8 ton | Hora | 114.476,00 |

| | | |
|---|------|------------|
| Terminadora de asfalto (Finisher), potencia en el volante 174 HP, R=20M3/H, velocidad de desplazamiento 114 m/min | Hora | 252.000,00 |
| Compactador manual de rodillo | Hora | 16.200,00 |
| VEHICULO DELINEADOR | Hora | 103.963,84 |
| CAMIONETA D300 | Hora | 47.200,00 |
| MAQUINA TERMICA | Hora | 17.695,36 |
| Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m, peso 18 ton. | Hora | 183.098,25 |
| Compresor 120 HP, con martillo. | Hora | 116.352,64 |
| Carro tanque Irrigador de asfalto, 1000 GALONES DE CAPACIDAD | Hora | 86.500,00 |
| Rodillo vibrante tanden autopropulsado anchura de trabajo 100 cm | Hora | 118.413,34 |
| Equipo de oxicorte, capacidad de corte hasta 6" (152mm) | Hora | 16.263,00 |
| Retroexcavadora sobre oruga, potencia 138 HP, balde de 1,5m ³ | Hora | 200.137,00 |
| Andamio certificado | día | 30.500,00 |
| Equipo pintura | Hora | 1.700,00 |
| Equipo soldadura eléctrica | Hora | 34.350,00 |
| Grúa telescópica | Hora | 195.000,00 |
| Equipo de oxicorte, Capacidad de corte: hasta 6'' (152mm) | Hora | 10.000,00 |
| Cargador: Potencia en el volante 110 hp, Clasificación de RPM del motor 2300. | Hora | 139.000,00 |
| Rieles para pavimento | Hora | 150,00 |
| Regla vibratoria | Hora | 7.330,00 |
| Cortadora de pavimento | Hora | 6.008,00 |
| Disco diamantado | u | 650.000,00 |
| Cizalla manual de 90cm | Hora | 727,91 |

Fuente: Creación propia.

Tabla 16 Insumos de la obra.

| Mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras con mezcla asfáltica mdc-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos | | |
|--|--|-------------------|
| MATERIALES DE OBRA | | |
| Unid | Materiales | Moneda (\$ Pesos) |
| kg | Acero A-40 | 4.014,00 |
| kg | Acero PDR-60 | 3.642,97 |
| kg | Acero suministrado y figurado PDR 60 | 6.000,00 |
| lt | Agua | 70,00 |
| kg | Alambre Negro Para Amarre | 4.216,84 |
| kg | Anti sol blanco (presentación 20 kg) | 5.007,91 |
| m3 | Arena lavada | 32.638,27 |
| kg | Asfalto AP 190 (BREA) | 5.308,00 |
| lt | Asfalto liquido | 6.897,00 |
| gal | Asfalto liquido RC 250 | 9.500,00 |
| m3 | Asfalto natural (asfáltica) | 667.251,72 |
| kg | Cemento asfáltico modificado con polímeros tipo I | 3.098,00 |
| kg | Cemento gris Estructural | 560,00 |
| kg | Cemento Hidráulico adicionado, Norma ASTM C595 Tipo | 700,00 |
| m3 | Concreto hidráulico para pavimento MR-20 | 428.000,00 |
| m3 | Concreto hidráulico para pavimento MR-36 | 535.873,00 |
| m3 | Concreto hidráulico para pavimento MR-43 (Fastrack)(acelerado a 24 horas) | 573.000,00 |
| m3 | Concreto hidráulico para pavimento MR-43 | 572.823,00 |
| m3 | Concreto hidráulico para pavimento MR-45 | 601.244,00 |
| m3 | Concreto Resistencia 14 (Mpa) | 468.195,00 |
| m3 | Concreto Resistencia 21 (Mpa) | 480.777,00 |
| m3 | Derechos de explotación de material pétreo | 4.000,00 |
| m3 | Derechos de explotación y/o disposición de materiales | 4.000,00 |
| lt | Emulsión CRL-0 | 2.515,80 |
| kg | Esferas reflectivas | 5.414,64 |
| glo | Estacas, Pintura, Tachuelas, Hilo (localización de estructuras y carreteras) | 783,00 |
| m | Estación en madera viva diámetro mayor a 10 cm, L=2 m | 5.000,00 |
| m2 | FORMALETA | 4.897,92 |
| m2 | Formaleta (gaviones, juntas de bordillos, juntas de cunetas, muros, concretos clase D, E, F y G) | 3.915,00 |
| m2 | Formaleta Metálica | 17.300,00 |
| m3 | Gravilla | 62.000,00 |
| m3 | Material de afirmado de la Zona | 15.489,00 |
| m3 | Material Granular Tipo SBG | 63.195,14 |
| m3 | Material de afirmado | 40.600,00 |
| m3 | Material de Base | 72.695,06 |
| m3 | Material de la zona (para estabilizar bases) | 40.000,00 |

| | | |
|-----|--|------------|
| m3 | Material de Recebo Para Relleno | 13.010,76 |
| m3 | Material para solado y atraque | 30.000,00 |
| m3 | Material seleccionado para Relleno | 22.494,00 |
| m3 | Mezcla densa en Caliente MDC-19 | 436.787,00 |
| m3 | Mortero 1:3 | 551.158,00 |
| gal | Pintura acrílica pura para tráfico | 84.482,32 |
| u | Poste en Angulo de 2*2 1/4 de 3,5m para señal | 101.151,50 |
| u | Poste kilometraje | 137.742,62 |
| lb | Puntilla | 3.133,00 |
| kg | Refuerzo de 3/8" 60000 psi | 4.200,00 |
| u | Señal (grupo 1) tablero en lámina galvanizada de 90*90 cm, calibre 16 reflectivo tipo 1 incluye poste) | 228.433,90 |
| u | Tablero en lámina galvanizada de 75cm*75cm, calibre 16, reflectivo tipo 1. Incluye poste de 2*2*1/4'' | 55.470,00 |
| u | Cordón de junta en espuma de polietileno Sikarod o similar | 1.479,00 |
| u | Sello de silicona o sellador autonivelante | 4.800,00 |
| u | Señal temporal preventiva | 150.000,00 |
| u | Tabla burda en madera aserrada (0,30*0,03*3,00) | 26.486,00 |
| u | Tacha reflectiva | 6.247,67 |
| u | Tachón en resina de (50*15*8) cm | 25.000,00 |
| ml | Tubo concreto reforzado 900mm | 447.663,52 |
| m3 | Triturado tamaño 1/2" | 79.831,28 |
| kg | Varilla 5/8 | 4.200,00 |
| u | RIEGO DE LIGA EN PAREDES Y FONDO | 970,00 |
| und | Neopreno D50 900X15X2.5cm | 601.600,00 |
| m | Tubería PVC de 3" | 22.986,00 |
| m | Junta elastometrica | 950.000,00 |
| kg | Sikadur 32 Primer | 60.900,00 |
| kg | Acero estructural A36 | 3.378,00 |
| gl | Anticorrosivo óxido de hierro rojo | 31.800,00 |
| gl | Esmalte sintético unicolor | 55.000,00 |
| kg | Soldadura | 8.700,00 |
| gl | Tiner corriente | 39.568,55 |
| kg | Resina termoplástica | 7.059,31 |

Fuente: Los Autores

Tabla 17 Distancia y valores Transporte de los materiales.

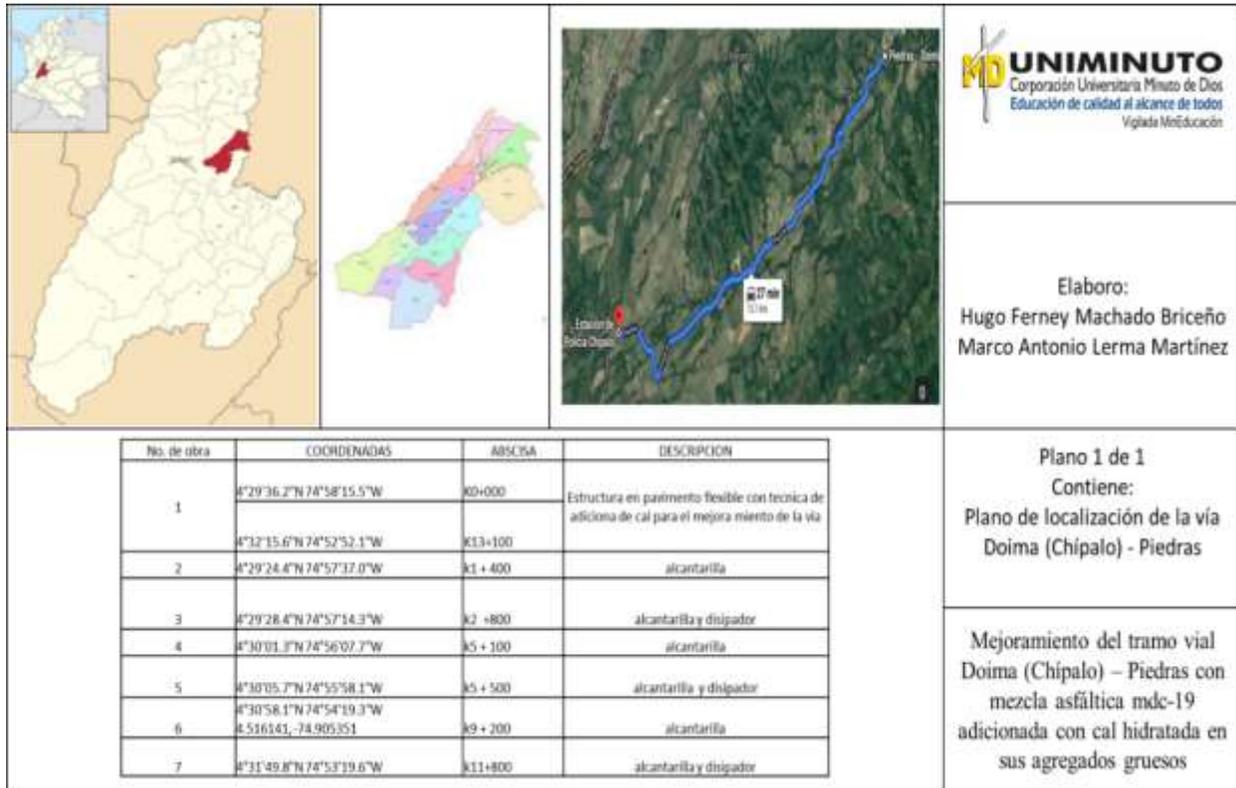
| Mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras con mezcla asfáltica mdc-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos | | |
|--|------------|--|
| TRANSPORTE MATERIAL | | |
| DESCRIPCIÓN | UND | DISTANCIA – PRECIO M3-Km (\$ 1.137) |
| Distancia acarreo a Botadero | km | 13.1 |
| Distancia suministro de subbase | km | 30.5 |
| Distancia suministro base | km | 30.5 |
| Distancia suministro de arena | km | 30.5 |
| Distancia suministro grava triturada | km | 30.5 |
| Ferretería | km | 49.2 |

Fuente: Creación propia.

7.4 Distribución de la planta

El tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras, quien cuenta con una distancia total de 21.46 km se encuentra ubicado en el municipio de piedras del departamento del Tolima, este tramo vial cuenta con una intervención total de 13.1 km, en los cuales se realizara la construcción de una estructura en pavimento flexible con una técnica innovadora en nuestro territorio Nacional, así mismo este tramo vial contara con obras de drenajes viales ubicadas en los sectores de mayor afectación en épocas de invierno.

Figura 15 Plano de ubicación del tramo vial Doima (Chípalo) - Piedras.



Fuente: Creación propia.

7.5 Aspectos legales y estructura organizacional

El presente proyecto cuenta con la intervención de distintas normas para su ejecución, tanto en la parte precontractual, contractual y post-contractual, regidas bajo las leyes de nuestro territorio nacional, así mismo el proyecto cuenta con la selección del personal capacitado y necesario para su correcta ejecución.

7.5.1 Aspectos legales.

El proyecto “Mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras con mezcla asfáltica mdc-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos” cuenta con el soporte legal acorde a lo exigido para la formulación de proyectos, descritos a continuación,

- Ley 1530 de 2012: Regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. En su artículo 25 señala que Los proyectos de inversión que sean presentados por las entidades territoriales al respectivo Órgano Colegiado de Administración y Decisión, deben estar acompañados de sus respectivos estudios y soportes, además deben estar armonizados con los planes de desarrollo territoriales.
- Acuerdo 045 de 2017: Establece los requisitos generales y sectoriales, para la viabilización y previos al inicio de la ejecución, para proyectos de inversión susceptibles de ser financiados con recursos del Sistema General de Regalías.
- Acto legislativo 04 del 8 de septiembre de 2017: El acto legislativo 04 del 8 de septiembre del 2017 "Por el cual se adiciona el artículo 361 de la constitución política".
- Guía de manejo ambiental para vías de tercer orden y formulación de lineamientos para la actualización de la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial del Instituto Nacional de Vías-INVIAS del 16 de abril de 2019.
- Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella" adoptada por el Ministerio de Transporte según Resolución 0004401 del 17 de octubre de 2017. Retirar del numeral 4.8 NORMATIVIDAD TÉCNICA, un documento desactualizado como es la “Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-Huella – INVIAS (2015).”
- Resolución 0001321 del 30 de abril de 2018 del Ministerio de Transporte, se presenta la metodología para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras-Versión 3.
- Decreto 2041 de 2014 por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Artículo 7°. Proyectos, obras y actividades sujetas a licencia

ambiental. Estarán sujetos a licencia ambiental únicamente los proyectos, obras y actividades que se enumeran en los artículos 8° y 9° del presente decreto.

- Decreto 769 de 2014 "Por el cual se listan las actividades de mejoramiento en proyectos de infraestructura de transporte."
- Decreto 1079 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte.
- Ley 1682 de 2013 por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. Ley de Infraestructura.
- Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 138 de 2019 - Por el cual se modifica la Parte VI "Patrimonio Arqueológico" del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura. "ARTÍCULO 2.6.1.6. Ámbito de protección. Para los efectos de este Decreto, considérese el territorio nacional como un área de potencial riqueza en materia de patrimonio arqueológico. Sin perjuicio de lo anterior, las Áreas Arqueológicas Protegidas deberán ser previamente declaradas por la autoridad competente."

7.5.2 Estructura organizacional.

Para la ejecución del proyecto en mención se requerirá del siguiente personal con la formación académica, experiencia laboral y funciones que cada cargo desempeñará en el siguiente recuadro,

Tabla 18 Personal requerido y funciones

| PERSONAL DE OBRA | | | | | | | |
|------------------|-------|-------------------|-----------------------------|---|-------------------|---|--|
| ITEM | CANT. | PARTICIPACION (%) | CARGO | FORMACION ACADEMICA | EXERENCIA GENERAL | EXPERIENCIA ESPECIFICA | FUNCIONES |
| 1 | 1 | 100% | INGENIERO O RESIDENTE | ING. CIVIL | 5 AÑOS | 3 AÑOS EN CONSTRUCCION DE VIAS SECUNDARIAS SUPERIOR A 12 KM | vigilar, coordinar, orientar y ejecutar la totalidad de actividades pertinentes al proyecto |
| 2 | 1 | 100% | DIRECTOR DE OBRA | ING CIVIL ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS | 10 AÑOS | 8 AÑOS EN CONSTRUCCION DE VIAS SUPERIOR A 12 KM | Gerenciar el proyecto de infraestructura vial, asignando actividades al residente de obra, asesores y personal técnico para el cumplimiento del proyecto |
| 3 | 2 | 100% | TOPOGRAFO | TOPOGRAFO | 5 AÑOS | 3 AÑOS EN CONSTRUCCION DE VIAS SECUNDARIAS SUPERIOR A 12 KM | Realizar las actividades pertinentes a la localización y replanteo de ejes, cotas y abscisas del proyecto vial |
| 4 | 1 | 25% | ASESOR EN DISEÑO DE VIAS | ING CIVIL ESPECIALISTA EN DISEÑO DE VIAS | 8 AÑOS | ASESORIA DE CONSTRUCCION DE VIAS SECUNDARIAS SUPERIOR A 12 KM | Brindar asesorías frente a inconvenientes, dudas o |

| | | | | | | | |
|---|---|------|---------------------|---|--------|---|---|
| | | | | | | | aclaraciones que se presenten en el trazado y construcción del tramo vial. |
| 5 | 1 | 25% | ASESOR EN GEOTECNIA | ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA | 8 AÑOS | ASESORIA DE CONSTRUCCION DE VIAS SECUNDARIAS SUPERIOR A 12 KM | Brindar asesorías geotécnicas frente a los ensayos realizados en las diferentes capas del pavimento, realizar recomendaciones frente a Problemáticas previstas debido a la condición del terreno del proyecto vial. |
| 6 | 1 | 100% | Profesional SISO | Ingeniero civil con especialización en salud ocupacional y/o profesional en seguridad y salud en el trabajo | 5 AÑOS | Residente Siso | Realizar la Inspección al personal de la obra dando cumplimiento a los estándares de la seguridad y salud en el trabajo. |

Fuente: Creación propia

Capítulo VIII

8 Presupuesto

Para realizar el presente proyecto se determinó mediante un estudio previo, la totalidad de actividades para dar cumplimiento al proyecto, tales actividades componen su precio y su cálculo detallado del AIU, establecidos en los precios de la vigencia del año 2020 referenciados de la lista de precios del INVIAS

8.1 Estimación de presupuesto

El proyecto denominado “Mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo) – Piedras con mezcla asfáltica mdc-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos” cuenta con el siguiente presupuesto el cual consolido la totalidad de actividades pertinentes para la correcta ejecución del mismo, el valor total del presente proyecto asciende a trece mil quinientos setenta y ocho millones trecientos cuarenta y tres mil ochocientos cuarenta y siete pesos con sesenta y un centavos MCTE (\$ 13.578.343.847,61)

Tabla 19 Presupuesto de obra

| PRESUPUESTO DE OBRA "PAVIMENTACION TRAMO VIAL DOIMA (CHIPALO) - PIEDRAS CON MEZCLA ASFALTICA MDC-19 CON ADICION DE CAL EN SUS AGREGADOS GRUESOS | | | | | |
|--|--------------------------------|------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | | |
| N.º | DESCRIPCION | UND | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
| 1 | CAPITULO I PRELIMINARES | | | | |

| | | | | | |
|----------|---|-------|------------|---------------|-------------------------|
| 1,1 | Localización y Replanteo con topografía (Planimetría y Altimetría) | m2 | 96.940,00 | \$ 750,00 | \$ 72.705.000 |
| Subtotal | | | | | \$ 72.705.000 |
| 2 | CAPITULO II EXCAVACIONES | | | | |
| 2,1 | Excavación estructura pavimento | m3 | 4.847,00 | \$ 14.043,00 | \$ 68.066.421 |
| 2,2 | cargue y retiro de sobrantes hasta 12 km | m3-km | 4.847,00 | \$ 3.819,00 | \$ 18.510.693 |
| Subtotal | | | | | \$ 86.577.114 |
| 3 | CAPITULO III PAVIMENTACION DE LA VIA | | | | |
| 3,1 | conformación calzada, nivelación y compactación de sub rasante | m2 | 91.700,00 | \$ 741,84 | \$ 68.026.728 |
| 3,2 | suministro y colocación de afirmado para nivelación y conformación de vía (incluye transporte) | m3 | 9.170,00 | \$ 98.372,00 | \$ 902.071.240 |
| 3,3 | suministro y colocación de sub base granular | m3 | 22.925,00 | \$ 101.304,00 | \$ 2.322.394.200 |
| 3,4 | suministro y colocación de base granular | m3 | 9.170,00 | \$ 106.874,00 | \$ 980.034.580 |
| 3,5 | imprimación emulsión asfáltica rompimiento lento CRL=0 | m2 | 91.700,00 | \$ 2.190,00 | \$ 200.823.000 |
| 3,6 | suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente tipo MDC 19 (base) incluye transporte, extendida y compactada | m3 | 6.419,00 | \$ 278.525,00 | \$ 1.787.851.975 |
| 3,7 | Cal Hidratada | kg | 110.220,00 | 1.411,00 | \$ 155.520.420 |
| 3,8 | suministro e instalación geotextil tipo T2100 a nivel de SBG | m2 | 91.700,00 | \$ 6.493,00 | \$ 595.408.100 |
| Subtotal | | | | | \$ 7.012.130.243 |
| 4 | CAPITULO IV CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRAULICAS | | | | |

| | | | | | |
|--------------------------|---|-------|-----------|---------------|-------------------------|
| 4,1 | Excavación en material conglomerado y/o común para alcantarillas en el ancho de vía | m3 | 1.800,00 | \$ 14.043,00 | \$ 25.277.400 |
| 4,2 | Excavación disipadores | m3 | 180,00 | \$ 14.043,00 | \$ 2.527.740 |
| 4,3 | Rellenos para estructuras con recebos | m3 | 30,00 | \$ 58.586,00 | \$ 1.757.580 |
| 4,4 | cargue y retiro de sobrantes hasta 12 km | m3-km | 1.980,00 | \$ 3.819,00 | \$ 7.561.620 |
| 4,5 | concreto simple solados y atraques | m3 | 80,00 | \$ 225.060,00 | \$ 18.004.800 |
| 4,6 | Acero de refuerzo 60000 PSI | Kg | 40.000,00 | \$ 7.046,00 | \$ 281.840.000 |
| 4,7 | concreto clase D 3000 PSI | m3 | 201,00 | \$ 597.656,00 | \$ 120.128.856 |
| 4,8 | suministro e instalación tubería Novafort 24" | ml | 72,00 | \$ 500.000,00 | \$ 36.000.000 |
| Subtotal | | | | | \$ 493.097.996 |
| 5 | CAPITULO V CUNETA REVESTIDA EN CONCRETO Y BORDILLOS | | | | |
| 5.1 | Cunetas de piezas prefabricadas de concreto, incluye la conformación de la superficie de apoyo | ml | 26.000,0 | \$ 32.436,00 | \$ 843.336.000 |
| 5.2 | Bordillo de piezas prefabricadas de concreto, incluye la conformación de la superficie de apoyo | ml | 26.000,00 | \$ 31.748,00 | \$ 825.448.000 |
| Subtotal | | | | | \$ 1.668.784.000 |
| 6 | CAPITULO VI SEÑALIZACIÓN | | | | |
| 6,1 | Línea de demarcación | ml | 39.300 | \$ 2.068,00 | \$ 81.272.400 |
| 6,2 | Señal vertical de tránsito | und | 105,00 | \$ 453.361,00 | \$ 47.602.905 |
| Subtotal | | | | | \$ 128.875.305 |
| SUBTOTAL OBRAS | | | | | \$ 9.462.169.658 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | |

| | | |
|---|----------|-----------------------------|
| ADMINISTRACION | (A)= 19% | \$ 1.797.812.235 |
| IMPREVISTOS | (I)= 1% | \$ 94.621.697 |
| UTILIDAD | (U)= 5% | \$ 473.108.483 |
| Subtotal AIU | | \$ 2.365.542.415 |
| SUBTOTAL OBRAS (INCLUYE AIU) | | \$ 11.827.712.073 |
| ESTUDIOS Y DISEÑOS | | \$ 659.000.000,00 |
| COSTO DEL MANEJO DEL PAGA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS AMBIENTALES | | \$ 183.286.273,00 |
| PLAN DE MANEJO DE TRANSITO | | \$ 80.405.657,00 |
| INTERVENTORIA (7%) | | \$ 827.939.845,11 |
| VALOR TOTAL PROYECTO | | \$ 13.578.343.847,61 |

Fuente: Creación propia

8.2 Ingresos y beneficios

Este ítem es una explicación para calcular los beneficios o ingresos del proyecto, por lo tanto, los textos deben adaptarse a la realización de la obra, la comunidad y los resultados de los estudios.

Tabla 20 Presupuesto de obra

| Tipo | Bien | Descripción | Unidad Medida |
|-----------|----------------------------------|--|-------------------------|
| Beneficio | Transporte <i>(RPC: 0,75)</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ahorro en costos de combustible 2. Ahorro en costos de transporte 3. Reducción en tiempos de desplazamiento | Peso (Moneda corriente) |

Fuente: Creación propia

Los beneficios del proyecto se dan en función de tres componentes a saber, que se desarrollan de la siguiente manera:

Beneficio 1.

El beneficio número 1 trata del ahorro en costos de combustible debido a la mayor velocidad o menor esfuerzo en puntos críticos. El valor unitario previsto para este beneficio se calcula multiplicando los minutos promedio de ahorro de desplazamiento de los tramos de intervención al casco urbano, el consumo de combustible por minuto en puntos críticos, por el costo de combustible por galón actual, así:

$$Z = a * b * c$$

La cantidad prevista para este beneficio se calcula multiplicando el volumen promedio de transito diario, los días del año y el número de tramos de intervención, así:

$$Z = a * b * c$$

Tabla 21 Ahorro en costos de combustible

| | | | | |
|---------------------------------|---|---|--------------------------------|-------------------------|
| | Minutos promedio de ahorro de desplazamiento a casco urbano | Consumo de combustible por minuto (gal) | Costo de combustible por galón | Resultado Vlr. Unitario |
| Ahorro en costos de combustible | 30 | 0,0630 | 9.500 | \$ 17.955 |
| | Volumen promedio de transito diario | Días del año | Nro. de tramos | Resultado Cantidad |
| | 35 | 365 | 1 | 12.775 |

Fuente: Creación propia

En la siguiente tabla ilustra la proyección en 10 años del presente beneficio, calculando su valor año por año el cual es acumulativo para obtener un valor total por beneficio en los 10 años proyectados.

Tabla 22 Proyección 10 años Ahorro en combustible

| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| \$ 17.955 | \$ 18.673 | \$ 19.420 | \$ 20.197 | \$ 21.005 | \$ 21.845 | \$ 22.719 | \$ 23.628 | \$ 24.573 | \$ 25.556 |
| 12.775 | 13.031 | 13.291 | 13.557 | 13.828 | 14.105 | 14.387 | 14.674 | 14.968 | 15.267 |
| \$ 229.375.1 25 | \$ 243.321.1 33 | \$ 258.115.0 57 | \$ 273.808.4 53 | \$ 290.456.0 07 | \$ 308.115.7 32 | \$ 326.849.1 69 | \$ 346.721.5 98 | \$ 367.802.2 71 | \$ 390.164.6 49 |

Fuente: Creación propia

Beneficio 2.

El beneficio número 2 trata de ahorros en gastos de mantenimiento de vehículos, medido En el costo anual que tienen los vehículos al transitar por el tramo vial debido al estado de la vía. El valor unitario previsto para este beneficio se calcula con base al número de vehículo que transitan el tramo vial anualmente, así:

$$Z = \frac{\sum x}{n}$$

La cantidad prevista para este beneficio se calcula multiplicando el volumen promedio de tránsito de vehículos diarios, los días del año y el número de tramos de intervención, así:

$$Z = a * b * c$$

Tabla 23 Ahorro en gastos de mantenimiento de vehículos

| | | | | |
|---|--|--------------|----------------|------------------------|
| Ahorro en gastos de mantenimiento de vehículos. | Gasto mantenimiento de vehículos | | Kilómetros | Resultado Vlr unitario |
| | \$ 2.000 | | 13,100 | \$ 26.200 |
| | Volumen promedio de transito de alimentos diario (vehículos) | Días del año | Nro. de tramos | Resultado Cantidad |
| | 35 | 365 | 1 | 12.775 |

Fuente: Creación propia

Tabla 24 Proyección en Ahorro en gastos de mantenimiento de vehículos

| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| \$ 26.200 | \$ 27.248 | \$ 28.338 | \$ 29.471 | \$ 30.650 | \$ 31.876 | \$ 33.151 | \$ 34.477 | \$ 35.857 | \$ 37.291 |
| 12.775 | 13.031 | 13.291 | 13.557 | 13.828 | 14.105 | 14.387 | 14.674 | 14.968 | 15.267 |
| \$ 334.705.000 | \$ 355.055.064 | \$ 376.642.412 | \$ 399.542.271 | \$ 423.834.441 | \$ 449.603.575 | \$ 476.939.472 | \$ 505.937.392 | \$ 536.698.385 | \$ 569.329.647 |

Fuente: Creación propia

Beneficio 3.

El beneficio número 3 trata del ahorro en tiempos de desplazamiento teniendo en cuenta el costo de oportunidad de los pasajeros que reducen sus tiempos de viaje. El valor unitario previsto para este beneficio se calcula multiplicando el salario mínimo por minuto, el tiempo de desplazamiento promedio de los tramos al casco urbano, y los días al año en que se realizan desplazamientos de la población, así

$$Z = a * b * c$$

La cantidad prevista para este beneficio se calcula multiplicando el porcentaje previsto de la población que se desplaza constantemente al casco urbano, por el universo global de la población a beneficiar, así:

$$Z = a * b$$

Tabla 25 Ahorro en tiempos de desplazamiento

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---|---|------------------------|
| Ahorro en tiempos de desplazamiento | Salario mínimo x minuto | Tiempo promedio desplazamiento a casco urbano (Minutos) | Días al año en que desplazan las personas al casco urbano | Resultado Vlr unitario |
| | \$ 70,88 | 30 | 365 | \$ 776.136 |
| | Población por beneficiar | Porcentaje de población que se desplaza constantemente | Población definitiva | Resultado Cantidad |
| | 2.808 | 80% | 2.246 | 2.246 |

Fuente: Creación propia

En la siguiente tabla se ilustra la proyección en 10 años del presente beneficio, calculando su valor año por año el cual es acumulativo para obtener un valor total por beneficio en los 10 años proyectados.

Tabla 26 Proyección Ahorro en tiempos de desplazamiento

| | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
| \$ 776.136 | \$ 807.181 | \$ 823.325 | \$ 839.792 | \$ 856.587 | \$ 873.719 | \$ 891.194 | \$ 909.017 | \$ 927.198 | \$ 945.742 |
| 2.246 | 2.291 | 2.337 | 2.384 | 2.432 | 2.480 | 2.530 | 2.580 | 2.632 | 2.685 |
| \$ 1.743.511.910 | \$ 1.849.517.435 | \$ 1.924.237.939 | \$ 2.001.977.152 | \$ 2.082.857.029 | \$ 2.167.004.453 | \$ 2.254.551.432 | \$ 2.345.635.310 | \$ 2.440.398.977 | \$ 2.538.991.095 |

Fuente: creación propia

Capítulo X

10 Evaluación financiera

De acuerdo a la evaluación de las guías de costo y beneficio, los productos de los indicadores para el presente proyecto son:

Tabla 29 Evaluación económica

| Indicadores de rentabilidad | | | Indicadores de costo - eficiencia | Indicadores de costo mínimo | |
|--|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Valor Presente Neto (VPN) | Tasa Interna de Retorno (TIR) | Relación Costo Beneficio (RCB) | Costo por beneficiario | Valor presente de los costos | Costo Anual Equivalente (CAE) |
| Alternativa: Mejoramiento de vías terciarias. | | | | | |
| \$ 2.800.002.300 | 15.98% | \$1.26 | \$ 1.601.568 | \$ 10.828.204.353 | \$ 346.321.244 |
| Producto | | | Costo unitario (valor presente) | | |
| Vía terciaria ampliada y/o rectificada | | | \$ 826.580.484,97 | | |

Fuente: MGA web

10.1 TIR

El porcentaje de tasa de interno de retorno para el presente proyecto es de 16.11 %, valor que considera la viabilidad del presente proyecto, el cual según los parámetros del DNP (Departamento Nacional de Planeación), este porcentaje es viable para la aceptación ante entidades publicas

Tabla 30 TIR del proyecto

| Indicadores de rentabilidad | | |
|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Valor Presente Neto (VPN) | Tasa Interna de Retorno (TIR) | Relación Costo Beneficio (RCB) |
| Alternativa: Mejoramiento de vías terciarias. | | |
| \$3.061.008.991,49 | 16,11 % | \$1,27 |

Fuente: MGA web

10.2 VAN

Para el presente proyecto el Valor presente neto corresponde a \$3.061.008.991,49 valor calculado según la inversión generada junto con los beneficios a un número de habitantes en la población beneficiada

Tabla 31 VPN O VAN del proyecto

| Indicadores de rentabilidad | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Valor Presente Neto (VPN) | Tasa Interna de Retorno (TIR) | Relación Costo Beneficio (RCB) |
| Alternativa: Mejoramiento de vías terciarias. | | |
| \$3.061.008.991,49 | 16,11 % | \$1,27 |

Fuente: MGA web

10.3 RBC

La relación beneficio costo del proyecto es de 1.27, dadas las consideraciones para conocer este resultado se deduce en base a los siguiente:

(IBC > 1) Beneficios mayores a los costos, Proyecto viable

(IBC = 1) No hay ganancias

(IBC < 1) costos mayores a los beneficios, No viable

El valor obtenido para el presente proyecto, determina que se cumple la condición ($IBC > 1$), por lo cual el presente proyecto es viable para su ejecución y beneficio al numero de Habitante del municipio de Piedras

Tabla 32 RBC del proyecto

| Indicadores de rentabilidad | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Valor Presente Neto (VPN) | Tasa Interna de Retorno (TIR) | Relación Costo Beneficio (RCB) |
| Alternativa: Mejoramiento de vías terciarias. | | |
| \$3.061.008.991,49 | 16,11 % | \$1,27 |

Fuente: MGA web

Capítulo XI

11 Evaluación ambiental

En el correcto análisis del medio donde se va a desarrollar el proyecto, se caracteriza sus componentes. El posible impacto, sus riesgos y su plan de mitigación:

11.1 Identificación y cuantificación del impacto ambiental

11.1.1 Sistema natural.

Para el actual proyecto, se ha descrito el medio de cada componente y allí se evaluarán determinando su afectación, con su respectivo plan de acción, para cada uno de los componentes que sean impactados en el sistema natural.

11.1.1.1 Clima.

Clima principalmente con veranos cortos, muy caliente y bochornosos; los inviernos son cortos, caliente, opresivos y mojados, nublado en gran parte del año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 21 °C o sube a más de 38 °C. Altura aproximadamente 403 m.s.n.m, la parte más ventosa del año dura 3,6 meses, del 20 de mayo al 7 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 5,9 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 27 de julio, con una velocidad promedio del viento de 7,2 kilómetros por hora. La duración del día no varía considerablemente durante el año, solamente varía 23 minutos de las 12 horas en todo el año, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11

horas y 52 minutos de luz natural; el día más largo es el 20 de junio, con 12 horas y 23 minutos de luz natural.

- **Riesgos:** los cambios en el microclima como consecuencia al momento de la preparación del terreno, transporte de maquinaria y funcionamiento de estas, así como la contaminación a la atmósfera
- **Plan de mitigación:** Los efectos pueden minimizarse estableciendo vegetación, en camellones, surcos a ambos lados de la vía al concluir las obras, también proporcionando mantenimiento al equipo (afinaciones)

11.1.1.2 Calidad del aire.

El Índice de calidad del aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación del aire, los valores del ICA se ubican en una escala adimensional de 0 a 500 obteniendo la zona un rango entre 0 y 50 arrojando como bueno en la calidad del aire.

- **Riesgos:** Contaminación del aire por humo, así como la Generación de polvos
- **Plan de mitigación:** Evitar la quema de la vegetación y/o fogatas, adicional que los motores a diésel o gasolina cumplan con las normas correspondientes; transportar el material cubierto y manejar materiales húmedos

11.1.1.3 Ruidos y vibraciones.

Los niveles de ruido varían entre lo 0dB a los 120dB, conservando los rangos normales para la zona del proyecto.

- **Riesgos:** Aumento de ruido por transporte de material y/o utilización de herramientas.
- **Plan de mitigación:** Es recomendado colocar pantallas acústicas, diques de tierra, túneles artificiales o arbolar; desviar el tránsito pesado en horario nocturno en zonas urbanas y reducir los límites de velocidad de ser necesario.

11.1.1.4 Geología / geomorfología.

Zona a trabajar localizada en el Valle Superior del Río Magdalena, ubicado entre las Cordilleras Central y Oriental de Colombia, el Valle del Magdalena corresponde a la Cuenca intramontana entre las dos cordilleras y está separado de estas por fallas inversas; se encuentra compuesta por sedimentos continentales no plegados aunque desplazados a un lado y otro en algunos sectores por fallamiento, la principal unidad geológica del municipio es el llamado “Abanico de Ibagué”, un depósito pleistocénico de materiales cuya composición varía entre aluvio-torrencial volcánica y fluvio-glaciar asociado a eventos catastróficos ocasionados por la actividad del volcán nevado del Tolima y del volcán Machín, ubicados en la Cordillera Central. La topografía en un radio de 3 kilómetros de Piedras tiene variaciones muy grandes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 387 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 421 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones muy grandes de altitud (946 metros). En un radio de 80 kilómetros contiene variaciones enormes de altitud (5.098 metros).

- **Riesgos:** Inestabilidad de taludes o sectores.
- **Plan de mitigación:** Respecto a la estabilidad de taludes se dirigirá al suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes, cubrir ya sea con suelo fértil, concreto lanzado, geotextiles, entre otros cuando o se requiera; construir terrazas o bermas para evitar que el

agua adquiera velocidad; impermeabilizar la parte alta de los taludes, entre otras soluciones.

11.1.1.5 Hidrología.

La red hidrológica del Municipio de Piedras está constituida principalmente por el Río Opia, la cual se caracteriza por ser la corriente hídrica más importante ya que atraviesa gran parte del municipio y abastece de agua los acueductos de la cabecera municipal y de algunas veredas. El municipio de Piedras se encuentra localizado en la parte baja y media de la depresión del Magdalena, por lo cual dentro de su perímetro no nace ninguna corriente hídrica importante, sin embargo a lo largo y ancho de su extensión lo cruzan Ríos importantes como el Totare y el Chípalo además del Rio Opia, los cuales todos desembocan en el Rio Magdalena, la cuenca del Río Opia cuenta con un área total en el departamento de 32.101,1 hectáreas; en su recorrido cuenta con 19 Microcuencas entre las Microcuencas afluentes del Río Opia, están las quebradas: La Venta, La Ventanilla, Seis Palmas, Miragatos, y Armadillos.

- **Riesgos:** Contaminación de las corrientes superficiales de agua y la realización de la extracción de agua de ser necesario.
- **Plan de mitigación:** Instalación de sanitarios portátiles, incluyendo el tratamiento de aguas residuales y eliminación de químicos; el agua de lavado de los trabajadores se debe captar en tambos o bien en el sistema de drenaje municipal, también es requerido proporcionar agua potable a los trabajadores, evitando la toma indiscriminada de diferentes fuentes de abastecimiento superficial o subterráneo

11.1.1.6 Suelos.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales sedimentarios de areniscas y arcillolitas, están afectados de erosión hídrica laminar en grado moderado a severo. En un radio de 3 kilómetros de la zona a desarrollarse el proyecto se encuentra cubierto el suelo de pradera (39 %), árboles (32 %), arbustos (19 %) y tierra de cultivo (10 %), en un radio de 16 kilómetros de árboles (53 %) y pradera (25 %) y en un radio de 80 kilómetros de árboles (50 %) y pradera (24 %). La tala de los bosques, las quemadas y el uso inadecuado de los suelos, ha ocasionado un avance progresivo de la erosión y el afloramiento de la roca en muchos sectores. En general son bien a muy drenados, poco evolucionados, muy superficiales, limitados en su profundidad efectiva por la roca, químicamente son suelos casi neutros, con sectores pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, de potasio muy baja; la disponibilidad de fósforo para las plantas es muy baja y la fertilidad moderada.

- **Riesgos:** Pérdida de la capa vegetal, incremento en la erosión de los suelos
- **Plan de mitigación:** Recoger la capa fértil del suelo y acamellonarla en un sitio cercano para utilizarla en la recuperación una vez concluida la obra; realizar un programa de rescate de flora, previo al desmonte, especialmente la que sea de utilidad en la región y programar las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica.

11.1.1.7 Vegetación.

La vegetación proveniente pertenece a la zona de vida de Bosque seco tropical, la vegetación de bosque está casi totalmente destruida, hay algunos testigos como cactus, mosquero y pelá.

Debido a la sequía, las pendientes fuertes y a la erosión, un alto porcentaje del área permanece cubierta de rastrojos y de gramas naturales, así como también existen áreas con vegetación arbustiva leñosa o especies arbóreas de porte bajo, habitan zonas con área de bosque destinada a la protección de nacimientos de agua y cauces naturales. El municipio de Piedras presenta un total de 51 especies florísticas, distribuidas en 29 familias y 46 géneros taxonómicos, según el número de especies, las familias con mayor representatividad son: Lauraceae, Moraceae y Mimosaceae.

- **Riesgos:** Pérdida de la vegetación.
- **Plan de mitigación:** Promover un programa de rescate de vegetación que incluya el retiro de especies, su preservación durante el traslado, la resiembra y la supervisión con mantenimiento de las acciones tomadas, se prohíbe la quema de la vegetación.

11.1.1.8 Fauna.

En la zona se reportan un total de 252 especies, distribuidas en 4 grupos taxonómicos: Mastofauna (10,31 %), Avifauna (68,65 %), Herpetofauna (14,68 %) e Ictiofauna (6,34 %). En total se registran 38 especies de aves, las cuales se encuentran agrupadas en 17 familias y en 11 órdenes; según el número de especies, los órdenes más representativos son Passeriformes, Falconiformes y Cuculiformes, con mayor presencia en el sector. Las familias mejor representadas son Tyrannidae, Cuculidae y Icteridae con un 39,47 % del total de aves reportadas. Se registran para el Municipio de Piedras 4 especies de anfibios y 9 de reptiles, representados en 2 clases taxonómicas, 4 órdenes y 9 familias, los órdenes que presentan el mayor número de especies son Anura (ranas y sapos) y Squamata (saurios y serpientes). Las familias más diversas dentro de los herpetos son Colubridae con un 23,07 %, seguido por Bufonidae con un 15,38 % del total de las especies.

- **Riesgos:** Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre.
- **Plan de mitigación:** Evitar los trabajos en época de reproducción, sobre todo en casos de especies en peligro de extinción o de alto valor para la región y restituir la vegetación como medida compensatoria en la etapa de abandono para crear nuevamente un hábitat. Consultar y atender las recomendaciones de especialistas sobre hábitat de especies afectadas y su importancia.

11.1.1.9 Paisaje.

Paisajes de piedemonte a altitudes inferiores a 400 m con vallecitos, así como de valle con terrazas, también se encuentran paisajes de montaña con lomas y con lomerío obteniendo un tipo de relieve con lomas y colinas, sus relieves más comunes son planos a ligeramente inclinados, estructural, disimétrico, de pendientes quebradas, escarpadas, con afloramientos de rocas y erosión severa.

- **Riesgos:** Afectación directa al contribuyendo al deterioro del paisaje.
- **Plan de mitigación:** Realizar un programa de restauración al término del desmantelamiento de las instalaciones

11.1.2 Sistema antrópico.

Para el actual proyecto, al igual que al sistema natural, el proyecto tiene un impacto en el sistema antrópico, donde a continuación se plasma en por medio de cada componente y allí se evaluarán determinando su afectación, con su respectivo plan de acción, para cada uno de los componentes que sean impactados en el sistema natural.

11.1.2.1 Población.

Según el censo poblacional del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de 2005, la población de Piedras registró 5.427 habitantes, de los cuales 1.623 corresponden a la zona urbana y 3.804 a la zona rural.

- **Riesgos:** Fuentes de abastecimiento hídrico de las comunidades cercanas.
- **Plan de mitigación:** En caso de existir una población cercana se deberá conectar al drenaje municipal Vigilar que no existan vertimientos de aguas residuales, desechos de obra, ni fecalismo en ríos, arroyos o canales de riego

11.1.2.2 Sector primario.

Los sistemas de producción agrícola no son muy diversos, destacándose los cultivos de arroz, sorgo, algodón, maíz tradicional y ajonjolí como elementos jalonadores. Entre estos cultivos el arroz trae problemas de contaminación, principalmente del agua, dada la gran cantidad de fungicidas e insecticidas que se utilizan en este cultivo y el método de fumigación empleado. La tecnología de producción se puede resumir que para el sorgo hay niveles medio de tecnología, en la mayoría de sus labores, a excepción de la labor de siembra que se considera de alto nivel, en tanto que el maíz tradicional presenta niveles muy bajos en todas las labores del cultivo. En el caso del algodón, las labores de beneficio, como el rendimiento, son bajas y todas las demás labores se sitúan en nivel medio. La producción de frutales no es significativa y el nivel tecnológico es bajo. El sistema pecuario predominante es el ganado bovino de doble propósito tipo empresarial en mediana y pequeñas unidades, con razas Cebú, en cruce con sangres criollas y europeas como el

Pardo suizo y el Holstein, de las cuales el 64% se destina al doble propósito y el 36% a la producción de carne.

- **Riesgos:** Disminución de la productividad agrícola en la zona de influencia por la deposición de polvo.
- **Plan de mitigación:** Utilizar vehículos cubiertos y manejar los materiales húmedos, establecer procedimientos adecuados en el manejo de los materiales para evitar emisiones fugitivas de polvo y generar empleo temporal.

11.1.2.3 Sector secundario.

Existen 2 empresas aproximadamente que sobresalen con la fabricación de Arequipe “Seis Palmas”, que emplea un aproximado de 20 personas y la Hacienda Santa Ana con la Trilladora de Arroz empleando alrededor de 15 personas, entre otras. La producción agroindustrial en el Municipio de Piedras se caracteriza por la producción artesanal del bizcocho a base de cuajada, huevos y harina de maíz, de gran reconocimiento en la región y que se convierte en el sustento de muchas familias de la zona rural del Municipio. Este es comercializado y distribuido principalmente en Alvarado, Venadillo e Ibagué, entre otros. Igualmente, cabe destacar la presencia de una microempresa de lácteos “DOIMALAC”, la cual posee certificación INVIMA y que surte algunas distribuidoras municipales e incluso de Ibagué. Las actividades mineras en el municipio de Piedras son básicamente la explotación de arena sílica, arcilla, caolín y yeso. El área de producción de hidrocarburos es una de las principales fuentes de empleo y regalías para el sector. En esta zona se encuentra en producción y desarrollo el campo Toqui – Toqui, al mismo tiempo que ha avanzado la exploración y explotación en otras zonas del Municipio.

- **Riesgos:** Problemas de movilidad, por ende, disminución en sus ingresos
- **Plan de mitigación:** Transporte direccionado, con todos los mecanismos de señalización necesaria para evitar accidentes, además revisar la posibilidad de establecer desvíos que permitan el flujo normal de productos, así como también el generar empleo temporal

11.1.2.4 Sector terciario.

Debido a la cercanía con la capital del departamento, sus pobladores prefieren adquirir los productos en Ibagué y en el municipio sólo se cuenta con algunos establecimientos comerciales, como una estación de servicio, venta de rancho y licores, venta de víveres y abarrotes, bizcocherías, cacharrería y misceláneos. En el sector se cuenta con 2 hoteles y 7 restaurantes, los cuales emplean alrededor de 32 personas. El turismo de cierto modo genera ingresos debido a que los visitantes buscan momentos de esparcimiento en lugares como: el Balneario El Caracolí, La Fragua, La Jabonera y El Guadual, entre otros.

- **Riesgos:** Problemas de movilidad, por ende, disminución en sus ingresos
- **Plan de mitigación:** Revisar la posibilidad de establecer desvíos que permitan el flujo normal de productos, así como el generar empleo temporal.

11.1.2.5 Infraestructura.

El municipio de Piedras y la zona para trabajar, cuenta con una extensión de 355 km, de los cuales el 0.34% pertenecen a la Cabecera Municipal y el restante 99.66% es zona rural. El estado actual de las vías es transitable, de las 15 veredas que tiene el municipio, todas tienen vías de acceso; de las vías rurales el 20% se encuentra pavimentado, el 40% se encuentra sin pavimento, pero en buen estado y el restante 40% se encuentra en estado regular. En zona se cuenta con la

infraestructura de solo 2 puestos de salud en las veredas paradero Chipalo y Chicalá, estas instalaciones se encuentran en buen estado, pero el servicio funciona cuando se realizan jornadas de salud para atender a sus respectivos habitantes, por otro lado, la Inspección Doima cuenta con un Centro de Salud, que presta su servicio de forma continua, con un profesional y una auxiliar. En la zona rural se cuenta con un colegio en el Centro Poblado de Doima, llamado Institución Educativa Técnica Doima y la Escuela Doima. En el área rural como tal, se cuenta con un total de 8 escuelas, ubicadas en las Veredas: Chicalá, Guataquisito, Manga de la Ceiba, Pantano, Campoalegre, Paradero de Chipalo, Ventillas y Camao. Adicional existen escenarios que tiene el sector rural para la recreación son: en el Centro Poblado de Doima el parque principal con cancha de basquetbol y microfútbol, en la Vereda Chicalá el parque principal con una cancha múltiple y un polideportivo que consta de piscina, pista de atletismo, cancha de futbol y cancha de básquetbol y en la Vereda Chipalo existe una cancha múltiple.

- **Riesgos:** Inconvenientes en movilidad, reducción de movilidad.
- **Plan de mitigación:** Plantar arbustos para destacar las curvas y plantar arbustos en isletas, desviaciones para resaltar las entradas y salidas; evitar señalamientos adicionales

11.1.2.6 Sistema territorial.

El Municipio está dividido en la zona urbana que corresponde a la Cabecera municipal, un Centro Poblado, la inspección de Doima y 15 veredas conformadas y denominadas espontáneamente por sus pobladores: Camao, Campoalegre, Chicalá, Estación Doima, Góngora, Guataquisito, Las Cabras, Las Villas, Manga de los Rodríguez, Manga la Ceiba, Pantano, Paradero Chipalo, San Miguel, Tápira Hato Nuevo y Ventillas. En el sector se tiene como objetivo proteger los ecosistemas de importancia estratégica para garantizar la oferta de bienes y servicios

ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible, debido a su importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico, se decide proteger los predios Villa Miguel Ángel ubicado en la vereda Guataquisito con un área de 1.3 HA y el predio el Cajón ubicado en la vereda el pantano con un área de 2.34HA.

- **Riesgos:** Afectación a áreas protegidas y problemas de desplazamiento, disminución por ende de ingresos
- **Plan de mitigación:** En las obras realizadas durante el proyecto, se tendrá como deber vigilar, proteger y velar por que se cumplan las medidas de mitigación propuestas, para el caso de obras que se realicen cerca de áreas protegidas, de valor patrimonial o de importancia para el desarrollo humano, revisar la posibilidad de establecer desvíos que permitan el flujo normal de productos, generando a su vez empleo temporal.

11.2 Plan de manejo ambiental

En la realización del mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo) - Piedras con mezcla asfáltica MDC-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos, se presentara manera integral y acorde con las caracterizaciones y evaluaciones ambientales de la zona el Plan de Manejo Ambiental, establecido para las obras de mejoramiento de la del tramo, junto con la construcción de las obras adicionales requeridas (alcantarillas, dispensadores), obras estipuladas en el presupuesto y cronogramas de actividad, tal como se han descrito a lo largo del proyecto, señalando que el tramo a intervenir es de una longitud de 13.1km, desde el sector Chipalo corregimiento de Doima hacia el municipio de Piedras – Tolima, lineamientos programados y descritos a aplicar cumpliendo con toda la normatividad legal vigente.

En los lineamientos se tiene como programa de adaptación todos los requerimientos y solicitudes correspondientes a las guías ambientales que se ofrezcan; enfocadas al cumplimiento de la normativa ambiental vigente, en donde primero se realizara un diagnóstico y posterior análisis de la situación ambiental del Municipio, destacando su oferta ambiental y los problemas o conflictos ambientales identificados; así mismo, se analizan las interacciones entre los sistemas biofísico, social, económico y político administrativo.

De las evaluaciones sobre el medio, específicamente para el área de afectación, del mejoramiento del tramo vial, se evidencian de manera generalizada, una intervención antrópica sobre el medio, en donde se encontró que el 50% corresponde a cultivos transitorios y perennes, seguido del 25% que corresponde a pastos arbolados y el 25% corresponden a pastos limpios. Un elemento relevante para ser tenido en cuenta para las medidas de manejo ambiental, corresponde a la intervención de la vegetación secundaria. El resumen de las coberturas caracterizadas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 33 Cobertura y uso del suelo en el Municipio de Piedras – Tolima.

| Cobertura y uso del suelo | Símbolo | Área | |
|---|---------|----------|-------|
| | | Ha. | % |
| Áreas abiertas, sin o con poca vegetación | Aa | 19,96 | 0,06 |
| Afloramientos rocosos | Af | 2,70 | 0,01 |
| Arbustos y matorrales | Am | 3.907,58 | 11,01 |
| Bosque protector | Bpt | 123,15 | 0,35 |
| Cultivos anuales o transitorios | Cat | 6.181,21 | 17,42 |
| Cultivos semipermanentes y permanentes | Csp | 35,77 | 0,10 |
| Lagos | Lg | 2,00 | 0,01 |

| | | | |
|--|-----|-----------------|---------------|
| Mosaico de cultivos | Mc | 228,55 | 0,64 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | Mv | 1.977,90 | 5,57 |
| Pastos arbolados | Par | 772,11 | 2,18 |
| Pastos manejados | Pm | 9.064,62 | 25,54 |
| Pastos enratrojados o enmalezados | Pn | 1.959,08 | 5,52 |
| Pastos naturales | Prs | 5.552,40 | 15,65 |
| Rastrojo | Ra | 5.344,79 | 15,06 |
| Ríos | Ri | 125,86 | 0,35 |
| Vegetación rupícola | Vr | 118,31 | 0,33 |
| Zona urbana | Zu | 70,33 | 0,20 |
| TOTAL | | 35486.39 | 100.00 |

Fuente: Plan General de Ordenación Forestal para el departamento del Tolima (2007).

Observando el área ambiental y la zonificación del mismo, se evidencia el grado de modificación, producto de la ocupación territorial y el uso de los recursos, por lo que se espera que los impactos en la etapa constructiva hacia el mejoramiento de la vía, tiendan a ser marginales, puntuales y localizados, para así dejar el lugar mejorado sin afectación al medio. Bajo estas consideraciones, las medidas de manejo ambiental que se desarrollan en el presente documento, definen el alcance de la gestión social y ambiental para el acompañamiento de las actividades específicas de mejoramiento y rehabilitación establecidas para el presente proyecto, estas medidas son oportuna y eficiente, con criterio de prevención, control, corrección y mitigación de los impactos resultantes durante el proceso de mejoramiento vial.

Es de mencionar que en cuanto los impactos socio ambientales, se han analizado, su intervención presenta una alta importancia, generando también un grado de modificación, producto

de la ocupación territorial y el uso de los recursos, por lo que se espera que los impactos en la etapa constructiva del mejoramiento tiendan a ser también marginales, puntuales y localizados.

11.2.1 Fichas plan de manejo ambiental y mejoramiento tramo vial de los 13.1Km, ubicada en el tramo vial de Doima (Chípalo) – Piedras.

De conformidad con la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del INVÍAS, el presente capítulo se estructuró a través de programas con sus respectivas estrategias o fichas de manejo ambiental. Por ende, se procede a adoptar dicho esquema, enmarcando el tema en los componentes físico, biótico y social.

Teniendo en cuenta el esquema de manejo propuesto en la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura Vial del INVÍAS, se consideraron los siguientes programas y proyectos aplicables para las obras de mejoramiento del tramo vial anteriormente mencionado.

De las evaluaciones sobre el medio, específicamente para el área de afectación, del mejoramiento del tramo vial, se evidencian de manera generalizada, una intervención antrópica sobre el medio, en donde se encontró que el 50% corresponde a cultivos transitorios y perennes, seguido del 25% que corresponde a pastos arbolados y el 25% corresponden a pastos limpios. Un elemento relevante para ser tenido en cuenta para las medidas de manejo ambiental, corresponde a la intervención de la vegetación secundaria. El resumen de las coberturas caracterizadas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 34 Medidas de Manejo Ambiental y Social

| FICHAS | MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL | APLICABILIDAD | PREVISION EFECTOS AL CAMBIO CLIMÁTICO |
|-------------------|--|---------------|---------------------------------------|
| <u>PROGRAMA 1</u> | <u>DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL</u> | | |

| | | | |
|-------------------|--|-----------------------|---|
| Proyecto 1 | Conformación de grupo de gestión social y ambiental | APLICABLE A LAS OBRAS | Incorporación de las premisas para la protección de la previsión de los efectos del cambio climático en las directrices de la gestión ambiental y social del proyecto. |
| Proyecto 2 | Capacitación y Concienciación para el Personal de Obra | APLICABLE A LAS OBRAS | Inclusión de temáticas específicas con la previsión de los Efectos del Cambio Climático |
| Proyecto 3 | Cumplimiento de Requerimientos Legales | APLICABLE A LAS OBRAS | Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en lo referente a estándares de calidad y cumplimiento de indicadores de contaminación ambiental definidos en la normatividad de emisiones atmosféricas y aportes de contaminantes. |
| PROGRAMA 2 | ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS | | - |
| Proyecto 1 | Proyecto Manejo integral de materiales de construcción. | APLICABLE A LAS OBRAS | Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en lo referente a utilización de proveedores de material de construcción en el marco de los estándares de calidad y cumplimiento de indicadores de contaminación ambiental definidos en la normatividad de emisiones atmosféricas y aportes de contaminantes. |
| Proyecto 2 | Proyecto señalización frentes de obras y sitios temporales. | APLICABLE A LAS OBRAS | |
| Proyecto 3 | Proyecto Manejo y disposición final de escombros y lodos. | APLICABLE A LAS OBRAS | Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en lo referente a la disposición final de sobrantes. |
| Proyecto 4 | Proyecto Manejo y disposición final de residuos sólidos convencionales y especiales. | APLICABLE A LAS OBRAS | Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en lo referente a la disposición final de residuos. |
| PROGRAMA 3 | GESTIÓN HÍDRICA | | - |

| | | | |
|-------------------|--|-----------------------|---|
| Proyecto 1 | Proyecto Manejo de aguas superficiales. | APLICABLE A LAS OBRAS | Estrategias para promover el uso racional del recurso hídrico requerido para el desarrollo de las obras de mejoramiento del tramo vial. |
| Proyecto 2 | Proyecto Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales. | APLICABLE A LAS OBRAS | Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en lo referente a la disposición final de residuos líquidos. |
| PROGRAMA 4 | <u>BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS</u> | | - |
| Proyecto 1 | Proyecto Manejo de descapote y la cobertura vegetal. | APLICABLE A LAS OBRAS | Estrategias de restricción de afectación de las áreas sujetas de modificación por el desarrollo del proyecto sin generar impactos adicionales a los estrictamente requeridos por las obras de mejoramiento vial |
| Proyecto 2 | Proyecto Recuperación de Áreas Afectadas | APLICABLE A LAS OBRAS | Como medida de compensación por la afectación forestal del proyecto de mejoramiento vial, se propone ejecutar las medidas de compensación en cuencas sujetas de recuperación y de importancia estratégica para la protección del recurso hídrico. |
| Proyecto 3 | Proyecto Protección de fauna. | APLICABLE A LAS OBRAS | Implementación de estrategias de conservación y protección de la fauna asociada al medio terrestre dentro del área de influencia directa de las obras de rehabilitación y mejoramiento de la unidad funcional |
| Proyecto 4 | Proyecto Protección de Ecosistemas Sensibles | APLICABLE A LAS OBRAS | En el área de influencia del proyecto no se identifican Ecosistemas Sensibles que estén expuestos a deterioro como consecuencia del desarrollo vial propuesto para las obras de tramo vial. |
| PROGRAMA 5 | <u>MANEJO DE INSTALACIONES TEMPORALES DE MAQUINARIA Y EQUIPO.</u> | | - |

| | | | |
|-------------------|---|-----------------------|---|
| Proyecto 1 | Proyecto Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal. | APLICABLE A LAS OBRAS | Cumplimiento a la normatividad aplicable en lo referente a emisiones y vertimientos. Utilización de mecanismos de control de emisiones y sistemas de tratamiento de vertimientos. |
| Proyecto 2 | Proyecto Manejo de maquinaria, equipos y vehículos | APLICABLE A LAS OBRAS | Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en lo referente a utilización de maquinaria y equipo en el marco de los estándares de calidad y cumplimiento de indicadores de contaminación ambiental definidos en la normatividad de emisiones atmosféricas y aportes de contaminantes. |
| PROGRAMA 6 | PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIAL | | - |
| Proyecto 1 | Proyecto De Atención a la Comunidad | APLICABLE A LAS OBRAS | |
| Proyecto 2 | Proyecto De Información y Divulgación | APLICABLE A LAS OBRAS | Inclusión de temáticas específicas con la previsión de los Efectos del Cambio Climático |
| Proyecto 3 | Proyecto Recuperación del Derecho de Vía. | APLICABLE A LAS OBRAS | |
| Proyecto 4 | Proyecto Cultura vial y participación comunitaria | APLICABLE A LAS OBRAS | Inclusión de temáticas específicas con la previsión de los Efectos del Cambio Climático |
| Proyecto 5 | Proyecto Contratación de Mano de Obra | APLICABLE A LAS OBRAS | |
| Proyecto 6 | Proyecto Gestión Socio Predial | APLICABLE A LAS OBRAS | |

Fuente: Creación propia

Una condición importante para la planificación de la gestión ambiental, es el carácter dinámico, flexible y adaptable a las circunstancias y características del entorno territorial, por lo cual se propone de manera inicial que la compra de insumos a terceros, así como la disposición de cualquier requerimiento deberá tener los permisos ambientales vigentes, requerimientos esenciales

para el desarrollo de las obras de mejoramiento del tramo vial de 13.1KM entre el corregimiento de Doima sector Chipalo al municipio de Piedras, siendo esta una medida de protección.

Previo al desarrollo de las fichas de manejo ambiental para las obras de me mejoramiento del tramo vial y construcción de sus obras continuas como alcantarillados y disipadores, se requiere retomar directrices con las establecidas en la guía para incluir la variable de cambio climático en proyectos, obras o actividades nuevas y conforme el documento ABC: Adaptación bases conceptuales, marco conceptual y lineamientos del Departamento Nacional de Planeación, 2012, donde se define cinco líneas estratégicas a nivel nacional para promover la adaptación al cambio climático planificada, dichas líneas deberán servir como guías para los diferentes trabajos en distintos sectores y territorios, dichas líneas establecidas son:

1. Concientizar sobre el cambio climático.
2. Generar información y conocimiento para analizar y medir el riesgo climático.
3. Planificar el uso del territorio.
4. Implementar acciones de adaptación.
5. Fortalecer la capacidad de reacción.

Es así, como en la implementación de las medidas de manejo ambiental y social, tienen la capacidad de relacionarse con las líneas número 1 y 4, ya que en la gestión de manejo ambiental se implementan con propuestas para instaurar acciones de adaptación dentro de las diferentes medidas de manejo ambiental que se implementan como parte de la gestión requerida en el proyecto, las cuales además se enmarcan en la propuesta para orientar la implementación

voluntaria de acciones de adaptación en diferentes obras, proyectos o actividades que se deriven del mismo.

En el análisis general que se establece, teniendo en cuenta la duración del proyecto y sus impactos generados, siendo consiente de ellos, se reconoce que va a generar efectos temporales, teniendo en cuenta que el resultado del proyecto lo hace permanecer de manera definitiva, pero su etapa constructiva de mejoramiento es temporal transitoria dinámica al desarrollo del proyecto, es por ello, que al integrar al plan de manejo ambiental estos diversos parámetros y aspectos, aumentan la capacidad de adaptación y reducen la vulnerabilidad frente al cambio climático, el cual, en relación con los estudios adelantados, se debe a procesos naturales internos o para el caso a cambios forzados de manera externa, o bien a cambio persistentes antropogénicos en composición de la atmosfera o en el uso de tierras como lo establece la ley 1523 de 2012.

Aunque también se considera impactos sociales el aumento de las pérdidas económicas asociadas a eventos originados en el desarrollo del proyecto, al tener en cuenta la vulnerabilidad, se debe establecer zonas en el tramo vial donde se logre determinar la sensibilidad, ubicando las áreas de intervención, aplicando adecuado manejo ambiental, por otra parte, la sensibilidad también puede ser evaluada como la predisposición física del ser humano, la infraestructura o los ecosistemas de ser afectados por una amenaza, debido a las condiciones de contexto e intrínsecas que potencian el efecto de la amenaza.

Finalmente, el análisis establece el concepto de riesgo, el cual es considerado el resultado de la interacción entre amenazas físicas y un sistema expuesto, teniendo en cuenta las propiedades del sistema en cuanto a su vulnerabilidad ante estas amenazas; de igual forma el riesgo también se considera como la combinación de un evento, su posibilidad de ocurrencia y sus consecuencias.

Cuando una amenaza se materializa en un evento, el riesgo se convierte en un desastre que se traduce en impactos socio-económicos.

Capítulo XII

12 Conclusiones

- Se requiere mediante el presente el proyecto y de acuerdo a los estudios realizados en este; se ejecute el proyecto de mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo)- Piedras con mezclas asfálticas mdc-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos, toda vez que este permite reducir en un 50% el tiempo de desplazamiento, dinamizar la economía del sector agricultor, educativo, social.
- Con la ejecución del proyecto se mejorarán necesidades básicas de comunicación, desplazamiento e impacto económico.
- Se implementará un nuevo concepto con relación a la mezcla asfáltica, y será un pionero en el Departamento y en el país, para demostrar las bondades de la CAL, al adicionarla en la mezcla asfáltica.
- La implementación de este tipo de mezcla al aumentar su vida útil, las condiciones de costo y beneficio se aumentan.

Capítulo XIII

13 Recomendaciones

- El presente proyecto permite recomendar que, al ejecutar el proyecto de mejoramiento del tramo vial Doima (Chípalo)- Piedras con mezcla asfáltica mdc-19 adicionada con cal hidratada en sus agregados gruesos, generará un impacto positivo para la población del corregimiento de Doima, toda vez que esto contribuirá en mejorar el servicio de la vía, aumentando las condiciones de confort, así como las condiciones de comercialización de los productos agrícolas del sector.
- Se recomienda que, para futuros proyectos, se adopten metodologías fundamentadas en la información específica de la zona y sectores aledaños, todo lo disponible de la zona, como datos de clima e hidrológicos, así como también tratar de disponer de mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite. De igual forma, es de gran utilidad tener información histórica, tanto escrita como oral proveniente de residentes de las zonas aledañas ya que se tendrá una información detallada y clara de la población, generando beneficios de manera directa sobre las necesidades de la población afectada, tanto en su entorno social, como el económico y ambiental
- Se recomienda que se adopten en el ámbito nacional, nuevas tecnologías en el desarrollo del mejoramiento vial y el mantenimiento de estas, contribuyendo así, a la implementación de nuevos procesos ya ejecutados en otros países en donde se mejora la relación costo beneficio.
- Se recomienda buscar recursos de carácter nacional o departamental para generar e incentivar estudios que contribuyan a aportar otras opciones de mejoramiento vial, tales

como la construcción de placas huellas con componentes especiales o diferentes, así como también en las construcciones de obras de drenaje, construcción de cunetas en concreto, etc, ya que dichas intervenciones son similares y costosas, por ello en gran medida no se cuenta con todos los recursos para poder ejecutar estas actividades.

- Se recomienda establecer un plan de mantenimiento de vías terciarias del municipio de Piedras, generando propuestas de ejecución de mantenimientos viales de forma rutinaria y periódica, siguiendo los tiempos establecidos y ejecutando las actividades las actividades propuestas.

Capítulo XIV

14 Referencias

- ACUÑA, W. C. (2015). *EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN PARA VÍAS DE BAJOS*. Bogota D.C.
- Aguilar Bonilla Enmanuel, S. B., H. M., & Sibrián Hernández, Y. R. (2015). *Diseño de mezcla asfáltica en caliente con cal hidratada para el mejoramiento de la resistencia a la humedad*. San Salvador: Universidad de El Salvador. Recuperado el 10 de Julio de 2019, de <http://ri.ues.edu.sv/10323/>
- Aguilar, S. (2016). *Diseño de mezcla asfáltica en caliente con cal hidratada para el mejoramiento de la resistencia a la humedad. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil)*. El salvador .
- Asociación Nacional de Cales y Derivados de España. (2011). *Cal hidratada Un aditivo probado para la durabilidad de los pavimentos asfálticos*. madrid, españa: european lime association.
- Cambio In, I. (21 de septiembre de 2018). *El turismo salvaría a Doima, dicen sus habitantes*. Obtenido de <https://www.cambioin.com/actualidad/el-turismo-salvaria-a-doima-dicen-sus-habitantes>
- España, A. N. (2011). *Cal hidratada Un aditivo probado para la durabilidad de los pavimentos asfálticos*. madrid, españa : european lime association.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS. (07 de 01 de 2016). *IV CENSO NACIONAL ARROCERO 2016*. Obtenido de http://www.fedearroz.com.co/doc_economia/Libro%20zona%20Llanos.pdf
- GOBERNACION DEL TOLIMA . (12 de 09 de 2019). *No paran las inversiones del la Gobernación del Tolima en Chaparral*. Obtenido de <https://www.tolima.gov.co/publicaciones/21025/no-paran-las-inversiones-del-la-gobernacion--del-tolima-en-chaparral/>
- Gobernacion del Tolima . (13 de marzo de 2019). Decreto No. 0397 del 2019. *"Por el cual se clasifican unas carreteras y se dictan otras disposiciones"*. Ibague, Tolima, Colombia.
- Gobernacion del Tolima. (7 de 12 de 2015). *Entregada pavimentación de la vía Paradero-Chipalo-Doima*. Obtenido de https://www.tolima.gov.co/publicaciones/12666/entregada_pavimentacion_de_la_via_paraderochipalodoima/
- Gomez, P. R. (22 de 12 de 2017). *Gobierno nacional aprobo recursos para la pavimentacion de vias en el sur del tolima* . Obtenido de <https://www.ondasdeibague.com/noticias/tolima/11424-gobierno-nacional-aprobo-recursos-para-la-pavimentacion-de-vias-en-el-sur-del-tolima>

- Gutiérrez de Lopez, L. (2003). Agregados. En *El concreto y otros materiales para la construcción* (Segunda ed., págs. 9-10). Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de <http://bdigital.unal.edu.co/6167/>
- Instituto Nacional de Vías . (2008). *Manual diseño de pavimentos de concreto* . medellin.
- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS . (2019). *Grandes inversiones adelanta el Inviás en Tolima para la conectividad del centro del país*. Fresno .
- INVIAS. (2013). *Especificaciones Tecnicas para construccion de carreteras*.
- INVIAS, I. N. (2019). *Inventario Vial Primer semestre 2019* .
- Lesueur, D., Denayer, C., Ritter, H.-J., Kunesch, C., Gasiorowsk, I., & d'Alto, A. (2016). *The use of hydrated lime in the formulation of asphalt mixtures: European case studies*. Praga: 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress. Recuperado el 12 de Julio de 2019, de <https://www.eula.eu/documents/use-hydrated-lime-formulation-asphalt-mixtures-european-case-studies>
- Lievano, A. B. (2013). *Doima declara a AngloGold Ashanti minera non grata*. Obtenido de <https://lasillavacia.com/historia/doima-declara-anglogold-ashanti-minera-non-grata-41344>
- Lievano, A. B. (2013). Doima declara a AngloGold Ashanti minera non grata. *La silla vacía* .
- Machado, H. (2020). *EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA CON AGREGADOS TRATADOS SUPERFICIALMENTE CON CAL HIDRATADA*. Bogota D.C.
- Morales, F. (2012). *Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa*.
- pedras, a. d. (2015). *Informacion General de piedras* .
- Rojas Barón, L. C., & Ortiz Hurtado, J. S. (2018). *Caracterización del mapia y mapia con una adición de cal al 5 %*. Bogotá, D.C.: Universidad Católica de Colombia. Recuperado el 12 de Junio de 2019, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16518/1/CARACTERIZACION%20DEL%20MAPIA%20Y%20MAPIA%20CON%20ADICION%20DE%20CAL%20AL%205%25.pdf>
- Rondon, H. (2018). *Pavimentos materiales, construcción y diseño. [en línea]. Primera edición*. Bogota D.C : ECOE Ediciones.
- SALDARRIAGA, C. G. (2018). *“Optimización de Afirmado para Pavimentación, de las Canteras “Elías” y. Nuevo Chimbote*.
- Semerena, Y. (2008). *¿Qué es la Investigación Exploratoria?* Recuperado el 2019, de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-exploratoria/>
- Silva, N. L. (3 de octubre de 2012). *Nelsonlombana's Blog*. Obtenido de <https://nelsonlombana.wordpress.com/2012/10/03/ferias-y-fiestas-en-doima-tolima/>

Ventura, L. G. (2017). *DISEÑO DE ASFALTO EN CALIENTE MEJORADO CON EL USO DE CAL HIDRATADA EN LA AV.CAMINO DIBOS, ICA 2017*. Lima - peru : universidad cesar vallejo .

Vivienda saludable. (12 de 2016). *El polvo y las alergias*. Obtenido de <https://www.viviendasaludable.es/salud-hogar/alergias-problemas-respiratorios/el-polvo-y-sus-efectos-en-la-salud>

Guzmán, J. P. S., Guzmán, M. F. S., Ruiz, D. D. P., Vanegas, N. C. S., & Gómez, L. M. T. (2020). Mejoramiento en infraestructura vial para zonas rurales en Colombia: estrategia durante el postconflicto. *Revista de Obras Públicas: Organo profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos*, (3620), 70-75.

Villar, L., & Ramírez, J. M. (2014). *Infraestructura regional y pobreza rural*.

Capítulo XV

15 Anexos

- Anexo 1. MGA
- Anexo 2. Presupuesto de Obra
- Anexo 3. Cronograma de ejecución del proyecto.
- Anexo 4. Plan de manejo ambiental
- Anexo 5. RAE