



**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE ACCESO PARA EL DESARROLLO  
TURÍSTICO SOSTENIBLE DEL MUNICIPIO DE CERINZA (BOYACÁ).**

**ANGEL IVAN CUY BAEZ**

Código 10481314714

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá, Colombia

2021

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE ACCESO PARA EL DESARROLLO  
TURÍSTICO SOSTENIBLE DEL MUNICIPIO DE CERINZA (BOYACÁ).**

**ANGEL IVAN CUY BAEZ**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Civil**

Director:

**ING. EDISON FERNEY GARZON MONTAÑO**

Codirectora:

**ING. JENIFFER LYDA SANCHEZ LONDOÑO**

Línea de Investigación:

**MONOGRAFIA- CASO DE ESTUDIO.**

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá, Colombia

2021

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado

\_\_\_\_\_, Cumple con  
los requisitos para optar

Al título de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

*Dedicatoria*

*Dedico este trabajo a Dios a quien hay que agradecer por todos los logros que cumplimos en la vida, a mi mamá que gracias a su sacrificio, apoyo y quien me brindo toda la comprensión para poder seguir adelante con mis estudios. A mis hermanos por su apoyo total, a mi novia Lizeth que gracias a su motivación me hace crecer en cada aspecto y a mi papá que desde el cielo me cuida y me da todas las fuerzas para salir adelante.*

## Agradecimientos

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional, a mis directores de proyecto de grado el ingeniero Edison Ferney Garzón Montaña y la ingeniera Jennifer Lyda Sánchez Londoño, a quienes gracias a su amplio conocimiento y experiencia me apoyaron en el desarrollo del proyecto. A mis amigos el ingeniero Cristian Andrade y el ingeniero Nikoll Cruz quien me impulsaron a continuar sin decaer durante toda la carrera.

## Contenido

Contenido .....	5
Resumen .....	13
Abstract .....	14
1. <i>Introducción</i> .....	15
2. <i>Formulación y planteamiento del problema</i> .....	17
3. <i>Antecedentes</i> .....	19
4. <i>Objetivos</i> .....	21
4.1 <i>Objetivos específicos</i> .....	21
5. <i>Justificación</i> .....	22
6. <i>Pertinencia social</i> .....	23
7. <i>MARCO TEÓRICO</i> .....	23
7.1 <i>DESCRIPCION DEL PROYECTO</i> .....	27
7.2 <i>DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS</i> .....	29
7.2.1 <i>Placa huella</i> .....	29
7.2.1.1 <i>Diseño estructural placa huella</i> .....	30
7.2.2 <i>Concreto rígido</i> .....	34
7.2.2.1 <i>Diseño estructural concreto Rígido</i> .....	35
7.2.3 <i>Adoquines</i> .....	38
7.2.3.1 <i>Pre diseño adoquines</i> .....	38
7.2.4 <i>Pavimento flexible mezcla densa en caliente</i> .....	41
7.2.4.1 <i>Pre diseño de pavimento flexible mezcla en caliente</i> .....	41
7.2.5 <i>Pavimento flexible- caucho en frío</i> .....	45
7.2.5.1 <i>Condiciones de diseño</i> .....	46
8. <i>EVALUACION DE ALTERNATIVAS</i> .....	47
8.1 <i>Priorización</i> .....	47
8.2 <i>Análisis de costos</i> .....	48
9. <i>Análisis de precios unitarios</i> .....	48
9.1 <i>Placa huella</i> .....	48
9.2 <i>Concreto rigido</i> .....	51
9.3 <i>Adoquines</i> .....	52
9.4 <i>Pavimento flexible en caliente</i> .....	53
9.5 <i>Pavimento flexible en frio</i> .....	54

10. <i>Análisis de criterios múltiples</i> .....	55
10.1 <i>Factores que afectan en la priorización</i> .....	56
11. <i>Encuesta</i> .....	57
11.1 <i>Resultados gráficos</i> .....	59
12. <i>Selección de la alternativa de pavimento</i> .....	68
13. <i>Análisis de resultados</i> .....	69
14. <i>Conclusiones</i> .....	74
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> .....	76
<i>ANEXOS</i> .....	80

**Lista de Figuras**

	Pág.
<i>Figura 1. Localización del proyecto.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Fotografía de campo .....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3. Identificación de variables de factibilidad, elaboración propia .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4. Identificación de variables de sostenibilidad .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5. Espacio para construcción .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6. Descripción de categorías .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 7. Estado actual de la vía .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 8. Vista en planta y sección en un tramo .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 9. Esquema en corte de los aceros de refuerzo .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 10. Corte transversal .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 11. Corte longitudinal.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 12. Esquema representativo de un pavimento rígido .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 13. Condiciones de diseño .....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14. Elementos estructurales de un pavimento de adoquines .....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 15. Estabilización de suelo emulsión asfáltica.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 16. Tipo de cemento por implementar .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 17. Especificaciones del cemento asfáltico .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 18. Coeficientes de ponderación .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 19. Acceso al mirador.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 20. Estado de la vía .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 21. Afectación del estado actual de la vida .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 22. Consideración de la construcción .....</i>	<i>61</i>

<i>Figura 23. Mejoramiento del desarrollo turístico.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 24. Conocimiento de alternativas.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 25. Mejor método de pavimentación .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 26. Beneficios a la población .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 27. Construcción es amigable con el medio ambiente .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 28. Alternativas bajo criterios de sostenibilidad.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 29. Selección de alternativa.....</i>	<i>72</i>

**Lista de tablas**

	<b>Pág.</b>
<i>Tabla 1. Artículos con referencias del proyecto.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Identificación del campo de estudio.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3. Soluciones generales para construcción de una vía .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 4. Elementos para subbase granular.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 5. Dimensiones de placa huella.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6. Vehículos de diseño .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 7. Aceros de refuerzo.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 8. Dimensiones para el refuerzo.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 9. Características de la mezcla de concreto.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 10. Caraterísticas de la riostra .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 11. Descripción de ventajas y desventajas de la placa huella .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 12. niveles de tránsito.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 13. Diseño de niveles de transito.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 15. Características de la subrasante .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 16. Calsificacion CBR%.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 17. Características del % CBR.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 18. coeficientes de K para la subrasante .....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 19. Valores del coeficiente de la subrasante .....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 20. resistencia al flexotraccion .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 21. Resistencia del concreto.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 22. Descripción de ventajas y desventajas del concreto rígido .....</i>	<i>37</i>

<i>Tabla 23. Condiciones de factores de diseño .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 24. Niveles de transito .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 25. Medidas respectivas de la base granular.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 26. Descripción de ventajas y desventajas del pavimento en adoquines .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 27. Regiones climáticas.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 28. Resistencia a la subrasante .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 29. Coeficientes de resistencia a la subrasante .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 30. Requisitos de transito .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 31. coeficientes estructurales .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 32. Espesores de capa .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 33. Coeficientes estructurales de la capa.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 35. Descripción de ventajas y desventajas del pavimento en adoquines .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 35. Descripción de ventajas y desventajas del pavimento en adoquines .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 36. Análisis de precios unitarios de una placa huella .....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Tabla 37. Análisis de precios unitarios del concreto rígido .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 38. Análisis de precios unitarios de un pavimento de adoquines .....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 39. Analisis de precios unitarios de un pavimento flexible en caliente.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 40. Análisis de precios unitarios de un pavimento flexible en frio .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 41. Acceso al mirador turístico .....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 42. Estado desfavorable de la via .....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 43. Afectación del estado actual del acceso.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 44. Necesidad de construcción de infraestructura.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 45. Mejor desarrollo turístico .....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 46. Conocimiento de alternativas.....</i>	<i>63</i>

<i>Tabla 47. Alternativas para pavimentar.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 48. Beneficios a la población .....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 49. Consideración con el ambiente .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 50. Mejor alternativa bajo los criterios de sostenibilidad .....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 51. Ponderación de las alternativas propuestas .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 52. valor total del proyecto de la placa huella.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 42. valor total del proyecto concreto rígido.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 53. Valor del proyecto de adoquines.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 54. Mejor alternativa bajo los criterios de sostenibilidad .....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 55. Ponderación de las alternativas propuestas .....</i>	<i>73</i>

**Anexos**

*Anexo 1. Encuesta respondida por habitante del municipio .....80*

*Anexo 2.. Encuesta respondida por habitante del municipio .....81*

*Anexo 3.. Encuesta respondida por habitante del municipio .....82*

*Anexo 4.. Encuesta respondida por habitante del municipio .....83*

*Anexo 5. Encuesta respondida por habitante del municipio .....84*

*Anexo 6. Encuesta respondida por habitante del municipio .....85*

*Anexo 7. Encuesta respondida por habitante del municipio .....86*

*Anexo 8. Encuesta respondida por habitante del municipio .....87*

*Anexo 9. Encuesta respondida por habitante del municipio .....88*

*Anexo 10. Encuesta respondida por habitante del municipio .....89*

*Anexo 11. Encuesta respondida por habitante del municipio .....90*

*Anexo 12. Encuesta respondida por habitante del municipio .....91*

*Anexo 13. Encuesta respondida por habitante del municipio .....92*

*Anexo 14. Encuesta respondida por habitante del municipio .....93*

## Resumen

Es innegable que el realizar un estudio de factibilidad y sostenibilidad es de gran importancia para efectuar unos análisis los cuales aportaran una toma de decisiones y viabilidad de un proyecto. Estudios de investigación y evaluación de alternativas sobre mantenimiento y rehabilitación de vías terciarias permiten un uso de aprovechamiento de recursos y materiales que reducen costos, lo cual logra una medida económica, social y ambiental. Se plantean soluciones las cuales permitan favorecer el desarrollo sostenible de una región, las alternativas que se plantean deben ajustarse para dar la mejor solución y condiciones a la necesidad y la infraestructura vial planteada. El acceso a un mirador turístico en el municipio de Cerinza Boyacá es algo tedioso y fomenta mala imagen para el mirador turístico, se presentan cinco diferentes alternativas de pavimentación, donde se realiza una pequeña descripción de cada una así como sus ventajas y desventajas las cuales dan una mayor información de la mejor alternativa, en cuanto a la parte técnica se realizan diseños estructurales y unos análisis de precios unitarios, también es importante incluir a la comunidad en el proyecto es por ello que la realización de una encuesta es necesaria para conocer la opinión del municipio. Teniendo información necesaria de cada alternativa se plantea realizar una priorización para determinar cuál de las cinco alternativas presenta una mejor imagen para ser ejecutada en el proyecto, se realiza una ponderación de tres categorías: durabilidad, económica social y ambiental y por último sostenibilidad, a cada categoría se le atribuyen unos porcentajes los cuales son basados en las técnicas ya antes mencionadas, de esta manera llegares a concluir cuál de las cinco alternativas es la mejor para el proyecto.

En el trabajo se efectúa una especificación de los puntos de vista económicos sociales y ambientales, donde se busca maximizar los beneficios de turismo en cuanto a la equidad territorial y la calidad de vida de las comunidades del municipio. Se planea construir infraestructuras viales, promover la industria de la sostenibilidad y aumentar la innovación.

Palabras clave: Sostenibilidad, pavimentación, alternativas, priorización, análisis de precios unitarios, vías.

## Abstract

It is undeniable that carrying out a feasibility and sustainability study is of great importance to carry out analyzes which will contribute to decision-making and the viability of a project. Research studies and evaluation of alternatives on maintenance and rehabilitation of tertiary roads allow a use of resources and materials that reduce costs, which achieves an economic, social and environmental measure. Solutions are proposed that allow to favor the sustainable development of a region, the alternatives that are proposed must be adjusted to give the best solution and conditions to the need and the proposed road infrastructure. Access to a tourist viewpoint in the municipality of Cerinza Boyacá is somewhat tedious and promotes a bad image for the tourist viewpoint, five different paving alternatives are presented, where a small description of each one is made as well as their advantages and disadvantages which give a More information on the best alternative, in terms of the technical part, structural designs and unit price analyzes are carried out, it is also important to include the community in the project, which is why a survey is necessary to know the opinion of the municipality. Having the necessary information on each alternative, a prioritization is proposed to determine which of the five alternatives presents a better image to be executed in the project, a weighting of three categories is carried out: durability, economic, social and environmental and finally sustainability, to each category are attributed some percentages which are based on the aforementioned techniques, in this way you can conclude which of the five alternatives is the best for the project.

In the work, a specification of the economic, social and environmental points of view is carried out, where it is sought to maximize the benefits of tourism in terms of territorial equity and the quality of life of the communities of the municipality. It is planned to build road infrastructure, promote the sustainability industry and increase innovation.

Keywords: Sustainability, paving, alternatives, prioritization, unit price analysis, roads.

## **1. Introducción**

En la actualidad el crecimiento económico de Colombia está ligado al desarrollo de infraestructuras viales en zonas rurales, esto se convertido en una necesidad para garantizar las actividades comerciales y aspectos sociales los cuales pueden mejorar su calidad de vida. El Plan de Desarrollo 2018-2022 menciona que “el incremento en la productividad y las potencialidades de los territorios aumentan al conectar territorios para la competitividad y el desarrollo logístico sostenible” (Departamento Nacional de Planeación, 2019).

Sobrellevar nuevas construcciones viales nos permite enfrentarnos con la posibilidad de ser cada vez más eficientes, trabajando de manera adecuada para cumplir con los procesos y etapas de infraestructura en Colombia. Dichas construcciones deben minimizar al máximo el impacto ambiental una guía ambiental, la cual es propuesta por el ministerio de ambiente y el desarrollo sostenible de la mano con el instituto nacional de vías (INVIAS). Pretenden incentivar el manejo de recursos naturales lo cual promueve el desarrollo sostenible del sector vial.

El progreso de infraestructura vial va en aumento, sobre todo en las zonas rurales del país, la mayor parte de las longitudes viales se encuentran en las zonas ya antes mencionadas y estas hacen parte de una de las clasificaciones viales las cuales son vías terciarias, por lo cual es importante dar una mirada hacia el crecimiento y desarrollo de dicha clasificación. Aunque las vías terciarias son de gran importancia para el desarrollo de un país, en Colombia sea limitado el presupuesto y por problemas logísticos no se han llevado en ejecución algunas obras. Realizar una evaluación de sostenibilidad para el acceso vial hacia un mirador turístico, en donde se espera disponer de una buena toma de decisiones en el proyecto de infraestructura vial las cuales deben ser tomadas en una etapa previa (planeación). Por lo cual se necesitan herramientas que permitan calcular la factibilidad de la infraestructura vial dependiendo de la sostenibilidad. En donde mediante los indicadores de sostenibilidad se analizan unos criterios en donde se pretende alcanzar diferentes fases. Se procura empezar con la identificación de los indicadores teniendo como relevancia los agentes involucrados en el proyecto.

Por ello este trabajo consiste en establecer cinco alternativas de pavimento las cuales darán soluciones para la construcción de una vía, para selección de la

mejor alternativa, se establece el modelo de priorización el cual estará constituido mediante descripción de cada alternativa, procesos de diseño, análisis de precios unitarios y una participación de la población mediante una encuesta, lo cual nos dará una calificación que nos permitirá establecer la mejor solución para el proyecto.

## 2. Formulación y planteamiento del problema

El desarrollo de estructuras es de gran importancia para la sociedad. Ya que proporciona una evolución en las comunidades, donde se pueden desarrollar áreas educativas, centros de salud, sitios de entretenimiento, entre otras tantas edificaciones que proveen mayor bienestar en la comunidad.

La factibilidad en un proyecto es de gran importancia. Estos estudios son indispensables para realizar un análisis, los cuales aportan en la toma de decisiones y viabilidad del proyecto. La factibilidad también es desarrollada para determinar el enfoque en el que va dirigido, es un proceso en el cual se toman decisiones de inversión y los riesgos que se pueden generar a un futuro. En el estudio se debe prever un nivel alto de seguridad y llevarlo a los menores riesgos posibles (Contreras, 1997).

El desarrollo de espacios públicos hace parte de la historia, grandes infraestructuras que cubrían una necesidad social. Donde una persona o un grupo de personas compartían ideas, generando así espacios de comercio, es así como estos espacios han generado intereses en las grandes capitales y han ganado un gran reconocimiento para el crecimiento de una comunidad. Es por ello que los espacios públicos son distinguidos como elementos internos en la estructura de una sociedad (Agudelo, 2012).

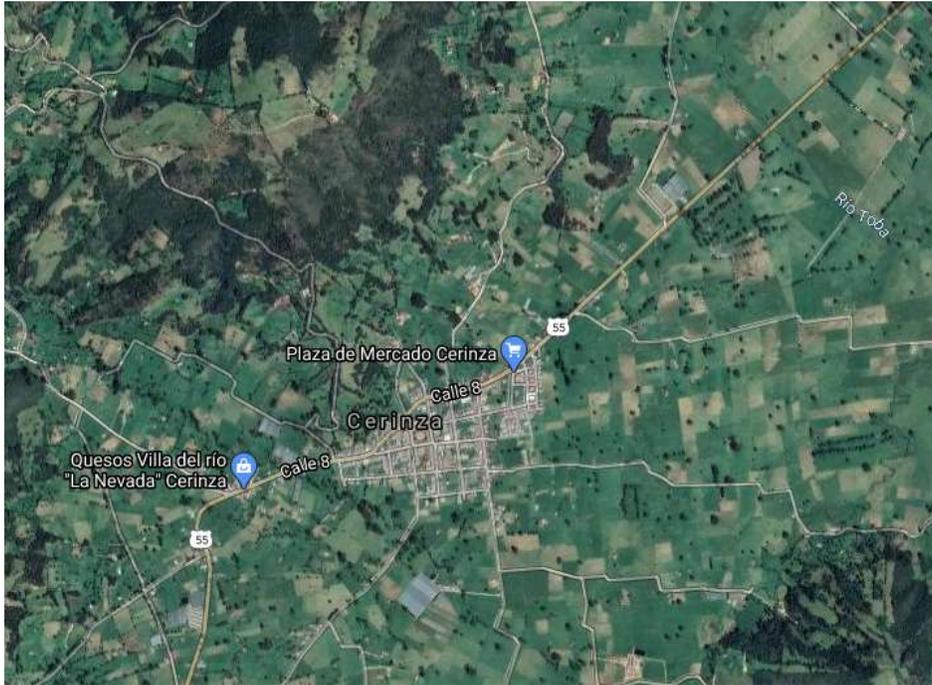
El municipio de Cerinza Boyacá cuenta actualmente con una población de 3.493. En el plan de desarrollo del municipio de Cerinza se hace un énfasis en querer competir en el sector del turismo, para mejorar las condiciones de sus habitantes. Se busca maximizar los beneficios de turismo en cuanto a la equidad territorial y la calidad de vida de las comunidades del municipio. Se planea construir infraestructuras viales, promover la industria de la sostenibilidad y aumentar la innovación (Municipio de Cerinza, 2019).

Infraestructura que pretende beneficiar al municipio y buscar que sus habitantes busquen espacios de esparcimiento, el municipio presenta una exclusión social en algunas de sus veredas (Bellet, 2009).

El presente trabajo se inclina en realizar un estudio de factibilidad y sostenible de una vía terciaria la cual permitirá el acceso a un mirador turístico el cual pretende mejorar el desarrollo sostenible del municipio, ya que no cuenta con un espacio público en el cual sus habitantes y turistas, desarrollen actividades de esparcimiento. Se pretende ofrecer un planteamiento en el cual ofrezca un crecimiento en la parte económica como social. La localización del proyecto se muestra en la figura 1. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad

para el acceso vial de un proyecto de mirador turístico para el Municipio de Cerinza?

*Figura 1. Localización del proyecto*



*Fuente. Google Earth*

### 3. Antecedentes

Se realizó una investigación en Rusia sobre características del contenido de los medios turísticos en el ciberespacio. En donde se analizaron las características relativas a la reflexión y el relevamiento de los atractivos turísticos, se tomó como base el flujo de expansión recepción, construcción y expansión. Se estudió información las cuales pretenden responder preguntas claves en cuanto desarrollo de la industria turística, tales como equipamiento y servicios de infraestructura y el potencial de la industria turística. La investigación va enfocada en un terreno en expansión para recibir y recopilar información mediante la introducción de servicios y lugares de descanso, infraestructuras turísticas y posibles materiales (Frolova, E.V., Rogach, O.V. & Ryabova, T.M., 2019).

Se realizó un caso de estudio en Barcelona, en donde la construcción de espacios públicos es algo tan importante y fundamental para las infraestructuras de las grandes ciudades. Se analizó el cambio de procedimientos en la construcción plazas parques entre otros espacios públicos, En cuanto a su construcción, se presentó una dificultad de reformar una escalera existente entre dos muros de contención de terreno, que se resuelve con una caja de escaleras y un hogar armado con el trazado del nuevo perfil. Donde se utilizaron materiales como la madera y caucho para darle un carácter acogedor, se realizaron varios casos de estudio como en la urbanización de plan de salmeron, Esta intervención consistió en la creación de un nuevo espacio público. Los materiales fueron asfalto coloreado y los espacios para las terrazas donde las rejas se diferenciaron por plataformas de madera para hacer más agradable el pavimento. Debe estudiarse desde diferentes puntos de vista, urbanismo, planificación, diseño y construcción, sino también desde su vertiente social (Sanfeliu Arboix, I. , Martín, E., 2017).

En el presente artículo se realizó una investigación sobre el desarrollo de tecnologías sostenibles en los cuales se pretende minimizar asentamientos de carreteras, En ingeniería civil, se implanta la tecnología de construcción ligera. Para aumentar la eficacia económica, estructural, junto con costos y tiempo de ejecución de la construcción con el uso de construcción especial materiales. La adopción de métodos convencionales de diseño como pilotes, el reemplazo del suelo y la estabilización del suelo son costosos e inapropiados en terrenos muy blandos condiciones. Una solución viable es desarrollar criterios y explorar el concepto de una "estructura de puente de arco de mampostería / estructura de dintel-columna" y Adopción de materiales sostenibles mediante la búsqueda pragmática de residuos reciclables adecuados (Ratha, N., Ismail, T.N.H.T., Wijeyesekera, D.C., (...), Abu Talib, M.K., Zainorabidin, A. 2018).

Se efectuó un estudio de impacto de la infraestructura vial en el desarrollo del turismo en Kosovo, en donde se evidencia que la infraestructura vial y el turismo

van de la mano y son más visibles que nunca, El turismo influye en la infraestructura vial a través de la construcción y la modernización de la red vial. El posicionamiento de los destinos depende principalmente de tres elementos básicos: disponibilidad, atracción y organización, El efecto de correlación de la infraestructura vial y el turismo se refleja en el hecho de que las inversiones conjuntas, y coordinadas en turismo y capacidades viales, brindan mayores efectos financieros que el efecto que se puede lograr con inversiones separadas del mismo capital en una y otra actividad, por tanto, este fenómeno merece ser considerado en el caso de inversiones en capacidades viales y turísticas ( Mazrekaj, R., 2020).

El análisis bibliográfico se realizó mediante los recursos que ofrece la Universidad Antonio Nariño (Scopus). Acercándose a las investigaciones en el área de sostenibilidad, se evidenció el impacto que puede presentar una infraestructura turística, tanto en la parte social y económica, en donde se analizaron aspectos del efecto de la infraestructura vial, los materiales que se presentan en las investigaciones son realmente importantes para mitigar los impactos ya mencionados. En la figura 6, se muestra el resultado de la búsqueda de los artículos, así como cuales palabras claves fueron utilizadas para dichos resultados.

*Tabla 1. Artículos con referencias del proyecto*

Palabras claves		
Infraestructura, vial, pavimentos, construcción y sostenibilidad		
Artículos	Cita	Accesible
Impacto de la infraestructura vial en el desarrollo del turismo en Kosovo	Mazrekaj,R.(2020)	Accesible
Atracción turística en las regiones rusas en el ciberespacio: nuevas tendencias del marketing de medios turísticos	Frolova, E.V., Rogach, O.V., Ryabova, T.M. (2019)	Accesible
Espacio público en Barcelona (1992-2017) - Evolución y casos prácticos	Sanfeliu Arboix, I., Martín, E.(2017).	Accesible
Investigación del desarrollo de tecnologías sostenibles para minimizar los asentamientos de terraplenes de carreteras problemáticos	Ratha, N., Ismail, T.N.H.T., Wijeyesekera, D.C., (...), Abu Talib, M.K., Zainorabidin, A	Accesible

*Fuente. Elaboración propia*

## 4. Objetivos

- Evaluar un modelo de integración de criterios de sostenibilidad como herramienta para la gestión de proyectos de ingeniería civil estudiando alternativas para el acceso a un mirador turístico mediante indicadores de sostenibilidad.

### 4.1 Objetivos específicos

- Determinar ventajas y desventajas de las alternativas seleccionadas para la pavimentación de una vía de bajo volúmenes de tránsito.
- Evidenciar las alternativas que se proponen en aspectos técnicos y funcionales.
- Precisar la priorización y opción de las alternativas para su respectiva aplicación, cumpliendo con los factores ambientales, técnicos económicos y sociales.
- Ejecutar el modelo de priorización con cada uno de sus criterios, para determinar cuál es la mejor solución.

## 5. Justificación

La propuesta es relevante porque con la ausencia de un espacio turístico en el municipio de Cerinza, en el cual sus habitantes y turistas puedan tener un momento de compartir, la construcción de una estructura como la de un mirador.

El proyecto propone una fácil accesibilidad para el uso social. Económicamente proveerá beneficios al municipio, para lo cual se desarrolla un estudio de factibilidad, en donde se presentará un análisis detallado y se expondrán los beneficios que puede traer esta infraestructura vial.

El municipio es transitado por una gran cantidad de deportista, amantes a transportarse en bicicleta, para ellos sería un excelente punto de encuentro y de descanso. El municipio tendrá un crecimiento tanto social como económico, además de ser conocido como un lugar digno de ser visitado por todos los colombianos y por qué no por los extranjeros.

Las vías terciarias y de carácter nacional son aquellas cuya función es permitir la comunicación entre dos o más veredas de un municipio o con una vía secundaria, su volumen de tránsito sea inferior a 150 vehículos por día, con una calzada sencilla con ancho menor o igual a 6.00 m y la población servida en cabecera municipal sea inferior a 15.000 habitantes (Invias, 2008).

En Colombia el uso de construcción cuenta con una gran demanda por lo cual se tienen en cuenta varios aspectos como son diseños en los cuales se consideran cargas vehiculares, temperaturas, esfuerzos y deformaciones, es el caso del siguiente trabajo donde se presentan unos diseños de cada una de las alternativas seleccionadas.

La realización de análisis de precios unitarios es fundamental porque nos permite hacer una comparación de costos entre cada una de las alternativas, cuando se requiere hacer una ponderación los análisis de precios son muy útiles ya que en la categoría económica nos aporta información para lograr encontrar la mejor solución para la construcción de un pavimento.

Complementar un criterio de diseño de una construcción vial en el cuál destacan aspectos generales para su ejecución, porque deberá cumplir aspectos y requisitos mínimos como los contempla la norma colombiana de vías (INVÍAS).

## 6. Pertinencia social

El siguiente trabajo va enfocado en beneficiar al municipio de Cerinza, planteando un estudio de factibilidad para el proyecto del mirador, el cual proporcione un bienestar social y económico, suministrando todos mis conocimientos en el área de la ingeniería civil. La vista

*Figura 2. Fotografía de campo*



*Fuente. Tomada por estudiante*

## 7. MARCO TEÓRICO

En la siguiente tabla 1, se identifica el campo de estudio en el cual se trabajará, infraestructura vial para acceso al mirador turístico. Y en la figura 3 se identifican todas las variables a analizar en función de la factibilidad del proyecto. En la figura 4 se identifican las variables de sostenibilidad.

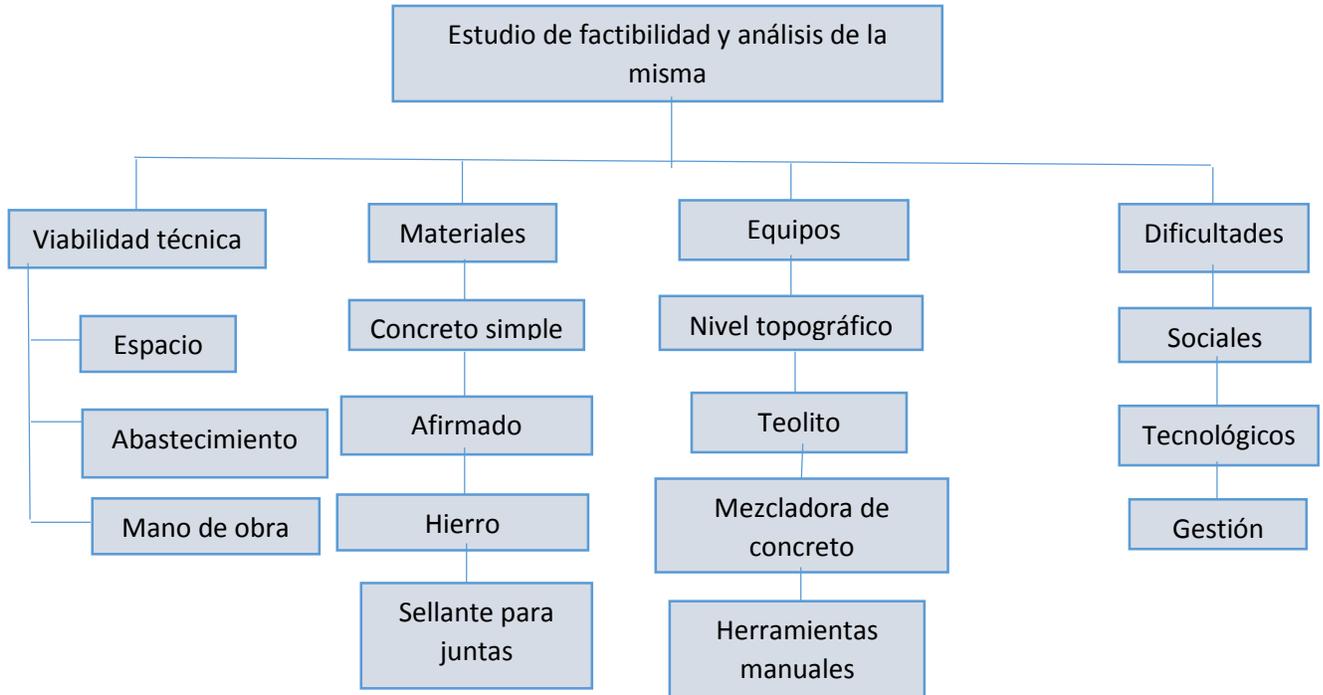
*Tabla 2. Identificación del campo de estudio*

Disciplina	Ingeniería civil
Campo de estudio	Infraestructura vial para acceso a mirador
Variables de análisis	Factibilidad, sostenibilidad, vial

**Fuente.** elaboración propia

El estudio de factibilidad es importante para percibir la viabilidad de un proyecto, en la figura 3 representamos la variables de sostenibilidad a tener en cuenta.

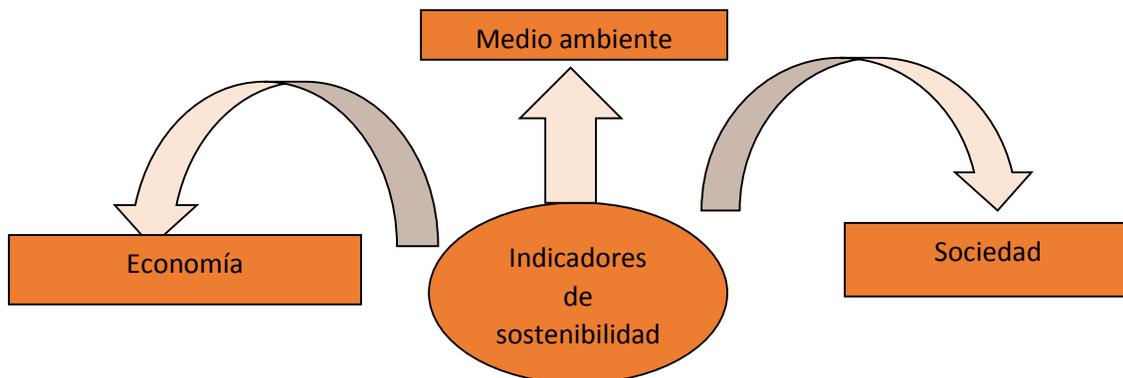
Figura 3. Identificación de variables de factibilidad, elaboración propia



Fuente. Elaboración propia

El estudio de sostenibilidad es importante para percibir la viabilidad de un proyecto, en la figura 4 representamos los indicadores de sostenibilidad a tener en cuenta.

Figura 4. Identificación de variables de sostenibilidad



Fuente. Elaboración propia

## **Espacio**

El mirador estará ubicado en un lote el cual cuenta con unas medidas de 30mx30m (900 metros cuadrados). Por eso es necesario una vía terciaria para que el ingreso de los vehículos sea eficiente, Espacio suficiente para la construcción del mirador y zonas recreativas, así como se muestra en la siguiente figura 5.

*Figura 5. Espacio para construcción*



Fuente. Propia

## **Abastecimiento**

El modelo de abastecimiento estratégico ha sido diseñado para ayudar a las compañías a definir alternativas como apoyo en sus procesos para conseguir la máxima ventaja de costos, calidad y tecnología, aprovechando el poder de compra y negociación que posee (Molander, 2014).

## **Mano de obra**

La infraestructura vial brindará a la población del municipio la oportunidad de mostrar sus capacidades en el área de la construcción, ornamentación, etc. Y así dar a conocer todos sus atributos y potenciales en el área de la construcción.

## **Materiales**

La importancia de los materiales a la hora de construir una edificación es parte de garantía para que el proyecto sea factible en un 100%, es importante que los materiales estén en relación con el entorno, y es importante que el diseño sea moderno para que así pueda potenciar el valor del lugar (Camaño, 2014).

## Equipo

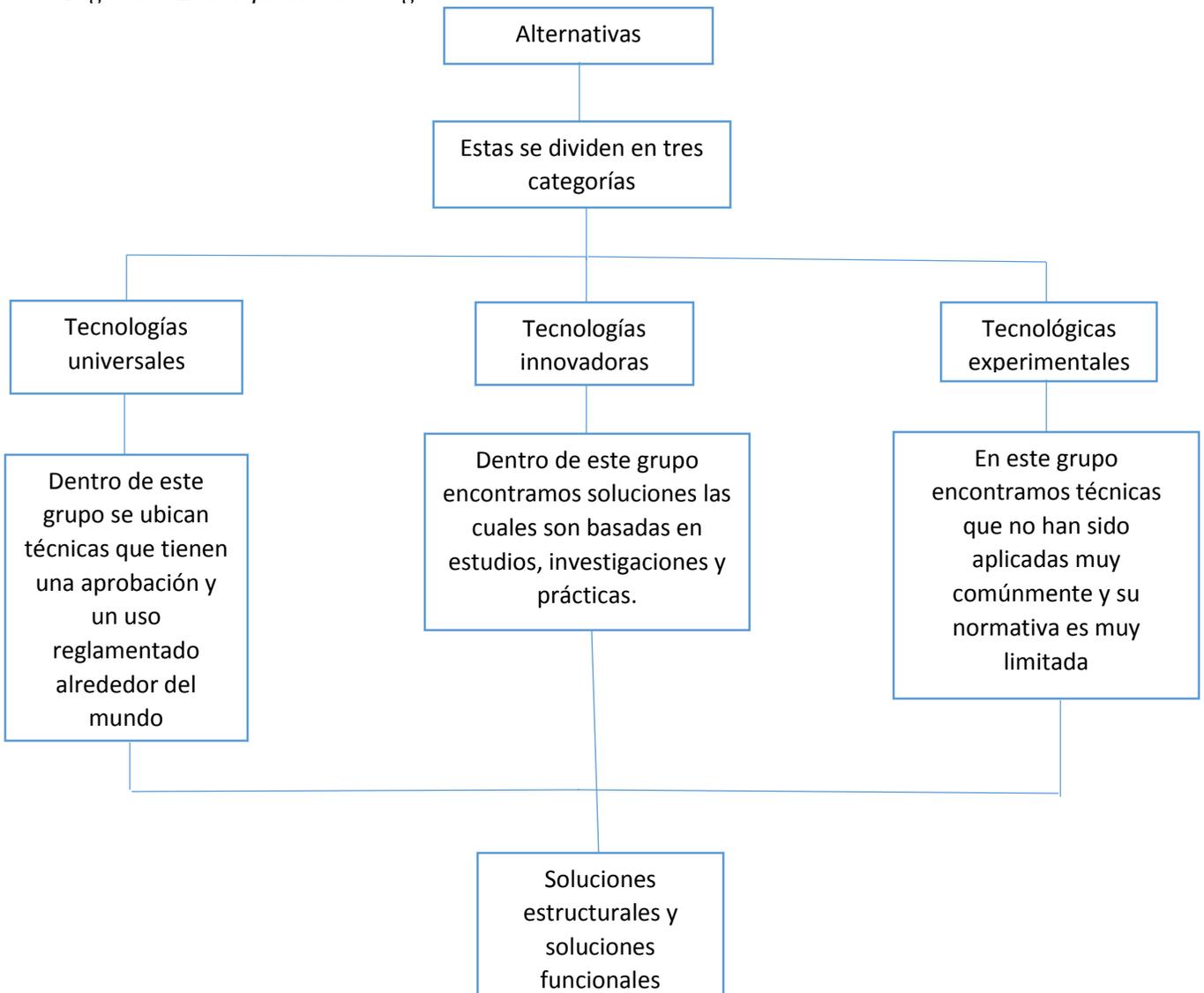
A lo largo de los años las sociedades buscaron tenían como necesidad la ayuda de unos equipos los cuales serían una solución para la construcción de acueductos puente e infraestructuras que suplían las necesidades de una sociedad (López, 1984).

## Dificultades

Se presentan vías en tierra o también llamado suelo natural en donde se evidencian en mal estado y tiene una menor atención, también se evidencia poca gestión vial y restricciones presupuestales (Ramírez, 2013).

Las alternativas se dividen en tres categorías las cuales son descritas en la figura 6. Mediante un mapa conceptual.

*Figura 6. Descripción de categorías*



*Fuente. Elaboración propia*

Dada la importancia de las vías terciarias las cuales permiten el acceso de las cabeceras municipales con sus respectivas veredas o entre sí mismas, el turismo es parte fundamental para mantener un buen desarrollo sostenible del municipio, en donde también se presenta un claro crecimiento de transporte y consigo se busca una necesidad de brindar nuevas posibilidades de acceso, para la cual se presentan algunos métodos y tecnologías las cuales presenten soluciones efectivas y de bajo costo. Entidades han realizado líneas de investigación tecnológicas y realización de productos los cuales integran soluciones en los tres factores: económicos, sociales y ambientales.

Se presentan algunas soluciones estructurales y soluciones funcionales en la tabla 3.

*Tabla 3. Soluciones generales para construcción de una vía*

Soluciones estructurales	Concreto rígido	Pavimento flexible-mezclas densas en caliente	Pavimento flexible-caucho rígido en frío
Soluciones funcionales	Placa huella	Adoquines	

Fuente. Elaboración propia

## 7.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

En el departamento de Boyacá, exactamente en el municipio de Cerinza, se ha priorizado intervenir en un tramo de una vía el cual da acceso a un mirador turístico, cuenta con una longitud de 1 km, con una población de 3.493

- Topografía: El terreno es inclinado, con una pendiente longitudinal de grado de 6%, El ancho de la calzada es de 6 m y los radios de giro son pequeños.
- Clima es frío y su temporada de lluvias son tres veces al año
- Economía: Su principal actividad económica es la ganadería
- Disponibilidad de materiales: Es fácil conseguir productos como cemento, acero y cal. No existen plantas de asfalto cercanas al municipio, sin embargo hay presencia de minas de asfáltica.

- Transito: El TPD, actual es de 150 vehículos por día. De los cuales el 70% son livianos, el 20% son pesados.
- Criterios de diseño: diseño estructural de pavimento.
- Nivel de acceso es un poco complejo debido al estado de la vía.

En la figura 7 observamos el estado actual de la vía, en la cual se basa el proyecto.

*Figura 7. Estado actual de la vía*



*Fuente. Propia*

Aspectos técnicos: Debido a la topografía y los problemas de infiltración y humedad, se descarta la alternativa de pavimento de losas de concreto de concreto rígido, por las posibles fallas que pueda presentar el material ante la erosión; y que además no resulta muy factible por su alto costo inicial.

## 7.2 DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS

A continuación, se realiza una breve descripción de la alternativa de placa huella, describiendo su constitución, sus materiales, su procedimiento y sus ventajas y desventajas:

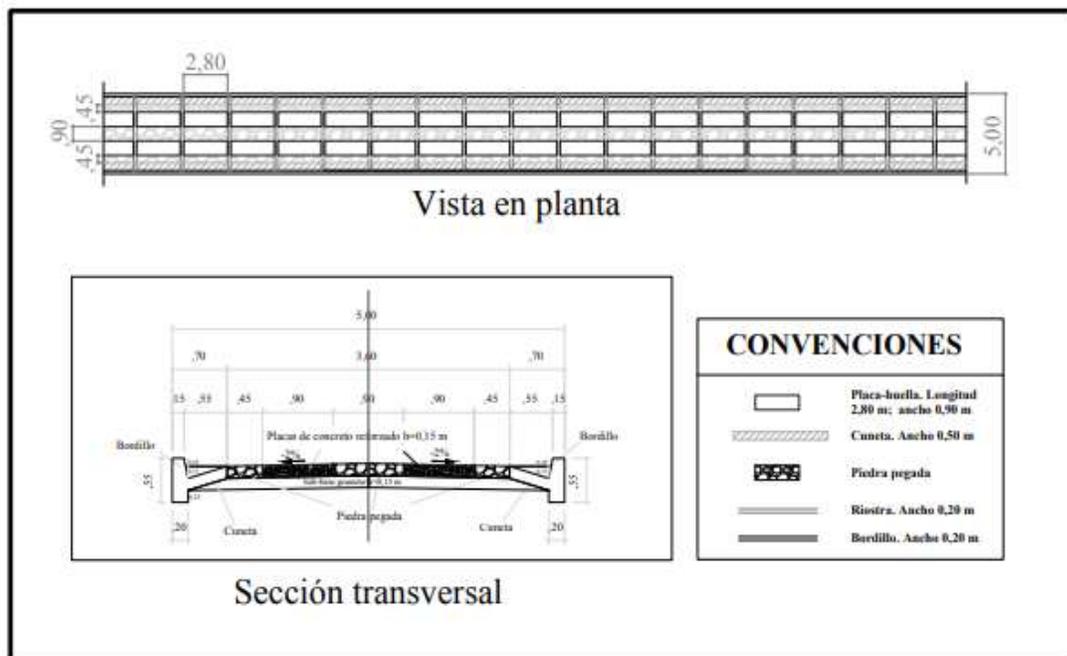
### 7.2.1 Placa huella

Esta constituye un losa de concreto reforzado fundida sobre una subbase, la cual integra soluciones para vías terciarias la cuales presentan volúmenes de tránsito bajo y por lo cual se presenta como una alternativa para el acceso a un mirador.

Según la especificación 500- 1P. Este pavimento consiste de dos placas paralelas en concreto reforzado las cuales están separadas con piedra pegada, las dos placas contienen un ancho en concreto reforzado de 90 centímetros, con 15 centímetros de espesor y con una longitud de 5 metros, está distribuida entre tres riostras cada una de 13 centímetros de ancho.

La vista en planta de la placa huella nos muestra cómo va dimensionada la infraestructura en la figura 8 encontramos una vista en planta tomada del manual de diseño del INVIAS.

*Figura 8. Vista en planta y sección en un tramo*



*Fuente. Tomada del manual de diseño del INVIAS*

- Materiales:
- Concreto: generalmente se usa clase D, con una resistencia a la compresión de 3000 psi.
- Agregado Ciclópeo: con un ancho entre 8 centímetros y 12 centímetros.
- Sellante para juntas
- Acero de refuerzo: cumplan con las Normas NTC-2289 – (ASTM A706M)
- Equipo. De mezclado y formaleta. Se debe utilizar el equipo imprescindible para excavación, transporte y carga del material, según la especificación.
- Procedimiento:
- Localización del proyecto.
- Adaptación y conformación del terreno.
- Excavación y nivel de suelo.
- Relleno y compactación del suelo.
- Malla de refuerzo.
- Mezcla de concreto.
- Fundición de la placa huella.

#### 7.2.1.1 Diseño estructural placa huella

A continuación se presenta un pre diseño de una placa huella, se realizó basado en el manual del INVIAS.

En la tabla 4 observamos los elemento a tener en cuenta para la elaboración de la subbase granular.

*Tabla 4. Elementos para subbase granular*

Espesor de subbase granular	15cm
Material de losas módulo de rotura con concreto simple	38 Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente.** Elaboración propia

En la tabla 5 determinamos las dimensiones de la placa huella basándonos en el manual de diseño del INVIAS

*Tabla 5. Dimensiones de placa huella*

Dimensiones de la losa	Longitud 1m	Ancho 0.90m	Espesor 0.15m
------------------------	----------------	----------------	------------------

**Fuente.** Elaboración propia

Para el diseño de la vía se adopta una un tipo de vehículos descritos en la tabla 6.

*Tabla 6. Vehículos de diseño*

Vehículos de diseño	C2	C3
---------------------	----	----

Fuente. Elaboración propia

- Incidencia del clima: El acero de refuerzo de la placa-huella impregna estos esfuerzos de la temperatura en la zona del proyecto es intrascendente.

Los aceros de refuerzo para el diseño de la placa huella se representan en la tabla 7. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en el manual de diseño del INVIAS.

*Tabla 7. Aceros de refuerzo*

Refuerzos	Longitudinal	Transversal
	0.15	0.3
# de refuerzos	1#4	1#2

Fuente. Elaboración propia

- Resistencia del acero de refuerzo  $4200 \text{ Kg/cm}^2 \leq f_y \leq 5200 \text{ Kg/cm}^2$  (CCP-14).
- Módulo de elasticidad  $e_s=200.000 \text{ Mpa}$

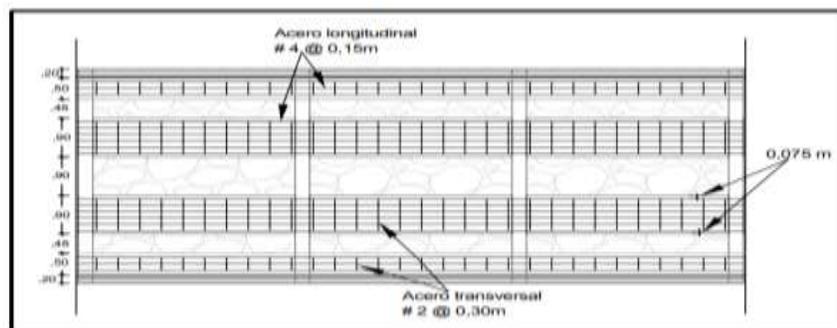
Las dimensiones para el refuerzo para el diseño de la placa huella se representan en la tabla 8. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en el manual de diseño del INVIAS.

*Tabla 8. Dimensiones para el refuerzo*

Dimensión y refuerzo	Longitud	Ancho	Espesor
	0.20m	0.9m	0.15m

Fuente. Elaboracion propia

*Figura 9. Esquema en corte de los aceros de refuerzo*

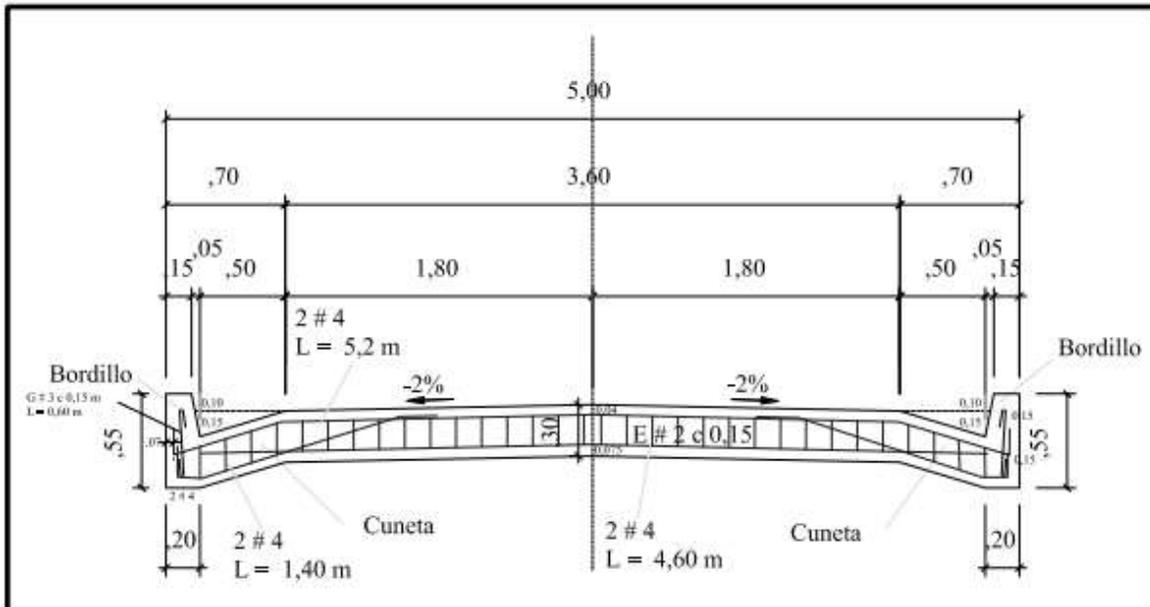


Fuente. Tomada del manual de diseño del INVIAS



El corte longitudinal nos permite determinar las dimensiones que conlleva un diseño de placa huella, las cuales observamos en la figura 11.

Figura 11. Corte longitudinal



Fuente. Tomada del manual de diseño del INVIAS

Conocer las ventajas y desventajas de la alternativa de placa huella es de gran importancia ya que nos permitirá establecer una comparación con las demás alternativas. En la tabla 11 se hace una descripción de las ventajas y desventajas de un pavimento de placa huella.

Tabla 11. Descripción de ventajas y desventajas de la placa huella

Ventajas	limitaciones
Alta resistencia a la compresión	Al sufrir rotura es necesario cambiar la losa
Menor costo que un pavimento rígido común	Su costo puede ser superior a otras alternativas
Durabilidad alargo tiempo	Conseguir los materiales puede ser un poco complicada en zonas alejadas
Bajos costos de mantenimiento Periodo de diseño de 20 años Su construcción se puede realizar en cualquier pendiente	Su tiempo de ejecución es mayor Su construcción debe ser con más vigilancia

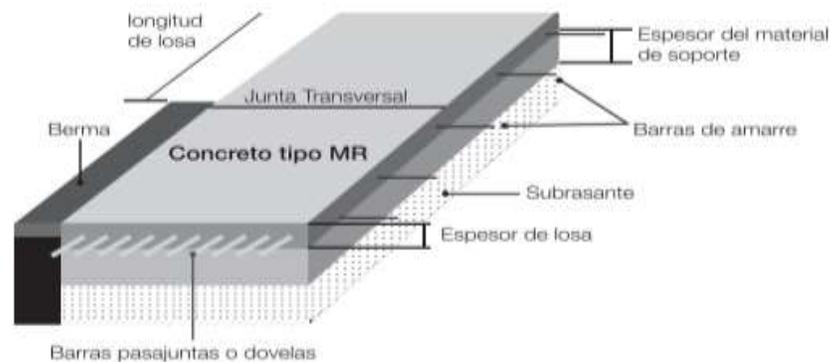
Fuente. Elaboración propia

A continuación se realiza una breve descripción de la alternativa de concreto rígido, describiendo su constitución, sus materiales, su procedimiento y sus ventajas y desventajas:

### 7.2.2 Concreto rígido

Esta técnica de estabilización consiste en buscar una solución básicamente de una mezcla de suelo y cemento, lo cual constituye una losa de concreto simple apoyada sobre una base o una subbase, debido a su rigidez una vez compactada esta absorbe una enorme cantidad de esfuerzos y los cuales los distribuye uniformemente generando como resultado muy bajas tensiones a la subrasante. Esta técnica es empleada usualmente para el mejoramiento de subrasante o capas de pavimentos asfálticos. Es una de las más utilizadas dado sus múltiples soluciones. En la figura 12 se representa un esquema de un pavimento rígido.

*Figura 12. Esquema representativo de un pavimento rígido*



*Fuente: Manual de diseño del INVIAS pavimento rígido*

#### Materiales:

Según las especificaciones del INVIAS los materiales que hacen parte de la construcción de pavimento rígido son:

- Cemento portland
- Agua
- Agregados finos y gruesos
- Reactividad
- Aditivos
- acero

#### Procedimiento:

- Localización del proyecto
- Cerramiento y señalización
- Demolición y remoción
- Excavación
- Conformación de calzada
- Compactación
- Construcción del pavimento rígido
- Construcción de bordillo

### 7.2.2.1 Diseño estructural concreto Rígido

A continuación se realiza el pre diseño de un pavimento en concreto rígido, basado en el manual del INVIAS.

Los niveles de tránsito son importantes para la elaboración de una diseño de concreto rígido, en la tabla 12, observamos los niveles de tránsito para vías con bajos volúmenes de tránsito

*Tabla 12. niveles de tránsito*

Denominacion	Numero de vehiculos comerciales dia	Numero de ejes equivalentes de 8.2(NEE) para 20 años
T1-1	$VDP_o \leq 50$	$NEE \leq 2.345.000$
T2-1	$50 < VDP_o \leq 100$	$2345.000 < NEE \leq 4.690.000$
T2-2	$100 < VDP_o \leq 150$	$4.690.000 < NEE \leq 7.000.000$

*Fuente. Guía de diseño de pavimentos con bajos volúmenes de tránsito*

Para el municipio de Cerinza se adopta un nivel de tránsito descrito en la tabla 13.

*Tabla 13. Diseño de niveles de tránsito*

Niveles de tránsito	T2-1
	$50 < VDP < 100$

**Fuente.** Elaboración propia

En la tabla 14, observamos los coeficientes de la subrasante Teniendo en cuenta los criterios expuestos en la guía de diseños de pavimentos con bajos volúmenes de tránsito.

*Tabla 14. Coeficientes de subrasante*

	Valor de CBR	Módulo resiliente (Mpa)
1	$CBR \leq 4\%$	$7.5 * CBR$
2	$4\% < CBR \leq 9\%$	$10 * CBR$

*Fuente. Guía de diseño de pavimentos con bajos volúmenes de tránsito*

Las características de la subrasante adoptadas para el municipio de cerinza las observamos en la tabla 15.

*Tabla 15. Características de la subrasante*

Correlaciones entre CBR Vs MR	CBR	<4%
	Módulo resiliente	0.225MPa

**Fuente.** Elaboración propia

En la tabla 16, observamos la clasificación del CBR. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en la guía de diseños de pavimentos con bajos volúmenes de tránsito.

*Tabla 16. Clasificación CBR%*

ENSAYO	CPE			
	CPE 1	CPE 2	CPE 3	CPE 4
CBR %	3 – 3.9	4 – 4.9	5 – 5.9	• 6
E (Mpa)	22.5 – 38.4	40 - 49	50 – 59	• 60
K sub Mpa/m	28 – 34.3	35 – 39.5	40 – 42.7	• 43

*Fuente. Guía de diseño de pavimentos con bajos volúmenes de tránsito*

Las características del CBR adoptadas para el municipio de cerinza las observamos en la tabla 17.

*Tabla 17. Características del % CBR*

Capacidad portante equivalente	CBR	3%
	E(Mpa)	22.5
	K Sub Mpa/m	28

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 18, observamos los coeficientes de K para la subrasante. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en la guía de diseños de pavimentos con bajos volúmenes de tránsito.

*Tabla 18. coeficientes de K para la subrasante*

Valor de K para subrasante	Valores de K para subbase por combinada			
	10 cm	15 cm	22.5 cm	30 cm
Lb/pulg <sup>3</sup>	Lb/pulg <sup>3</sup>	Lb/pulg <sup>3</sup>	Lb/pulg <sup>3</sup>	Lb/pulg <sup>3</sup>
73	85	96	117	140
147	165	180	210	245
220	235	245	280	330
295	320	330	370	430

*Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos*

Las características del CBR adoptadas para el municipio de cerinza las observamos en la tabla 19.

*Tabla 19. Valores del coeficiente de la subrasante*

Subrasante	Valor de K	180 Lb/pulg <sup>3</sup>
	Espesor	0.15m

Fuente. Elaboración propia

- Material de soporte para el pavimento  
Espesor igual a 15 cm, esta se define como una capa de la estructura del pavimento que tiene como objetivo soportar y transmitir las cargas aplicadas en la superficie de rodadura, controlar cambios de volumen de la subrasante y mitigar el ascenso capilar.
- Concreto hidráulico  
El concreto hidráulico a utilizar deberá tener valores de módulo de rotura iguales a 4.0 y 4.5 MPa evaluado según la norma INE E-414-07.

En la tabla 20, observamos la resistencia al flexotraccion. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en la guía de diseños de pavimentos con bajos volúmenes de tránsito.

*Tabla 20. Resistencia al flexotraccion*

TRANSITO	RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCION A 28 DIAS MINIMO (MPa)
NT 1	3.8
NT 2	4.0

*Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013*

La resistencia del concreto adoptada para el municipio de cerinza las observamos en la tabla 21.

*Tabla 21. Resistencia del concreto*

Concreto	Transito	T2
	Resistencia	4.0

*Fuente. Elaboración propia*

Conocer las ventajas y desventajas de la alternativa de placa huella es de gran importancia ya que nos permitirá establecer una comparación con las demás alternativas. En la tabla 22 se hace una descripción de las ventajas y desventajas de un pavimento en concreto rígido.

*Tabla 22. Descripción de ventajas y desventajas del concreto rígido*

Ventajas	limitaciones
Facilidad para el mantenimiento	Presenta baja resistencia a la tensión
Una alta resistencia a la compresión	Su costo es superior al en relación con las otras alternativas
Larga vida de servicio	Conseguir los materiales puede ser un poco complicada en zonas alejadas
Alta resistencia cuando se presenta problemas de fuego o agua	Su tiempo de ejecución es mayor de debido al tiempo de fraguado

*Fuente. Elaboración propia*

A continuación se realiza una breve descripción de la alternativa de adoquines, describiendo su constitución, sus materiales, su procedimiento y sus ventajas y desventajas:

### **7.2.3 Adoquines**

Este ladrillo son piezas prefabricadas compuestas de hormigón, están compuestos de varios tamaños y formatos. Estos se constituyen de una serie de características las cuales pueden brindar un mejor uso incluso que (pavimentos bituminosos, hormigones e impresos). Ya que son necesarios cuando se busca que soporte cargas elevadas o muy concentradas. También cuando el pavimento se verá expuesto a condiciones ambientales muy agresivas. Una de sus grandes ventajas es que una vez terminada la ejecución de la obra se puede dar paso al tráfico, así de esta manera se ahorra tiempo de ejecución, eliminando tiempo de espera para la inauguración de la obra, ya que la colocación de este tipo de pavimento no se ve alterada si hay condiciones ambientales agresivas.

Materiales:

- Arena para la capa de soporte
- Granulometría: debe ajustarse a lo requerido por la norma INVIAS en la tabla: 510.1
- Limpieza
- Adoquines
- Sello de arena

Procedimiento:

- Siempre se debe contar con una capa base
- Confinamiento
- Drenaje – pendientes
- Escalonamiento de los elementos rígidos que acompañan al pavimento de adoquín
- Construcción de la cama de arena de asiento
- Instalación de los adoquines
- Compactación inicial
- Colocación de arena de sello o sellado de juntas
- Compactación final y limpieza

#### **7.2.3.1 Diseño adoquines**

A continuación se realiza el pre diseño de un pavimento en adoquines, basado en el manual del INVIAS.

Las condiciones de diseño son importantes cuando se requiere construir un pavimento en adoquines, dichas construcciones están descritas en la Tabla 23.

*Tabla 23. Condiciones de factores de diseño*

	Transito
	Medio ambiente
Factores de diseño	Resistencia a la subrasante
	Materiales de construcción
Fuente. Elaboración propia	

Para el municipio de Cerinza se adopta un nivel de transito descrito en la tabla 24.

*Tabla 24. Niveles de transito*

Transito	T2-1
	50<VDP<100

*Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013*

Las condiciones de diseño se muestran en la figura 13, donde se tiene en cuenta el factor de diseño el medio ambiente

*Figura 13. Condiciones de diseño*

Quality of Drainage	Percent of Time Pavement is Exposed to Moisture Levels Approaching Saturation			
	<1%	1 to 5%	5 to 25%	>25%
Excellent	3	3	3	2
Good	3	3	2	2
Fair	3	2	2	1
Poor	2	2	1	1
Very Poor	2	1	1	1

*Fuente. Tomada del manual de diseño*

- Medio ambiente: Excelente
- Resistencia de la subrasante(Mr): 4.500 Mpa

Las dimensiones de la base granular para el diseño de un pavimento en adoquín se observan en la tabla 25.

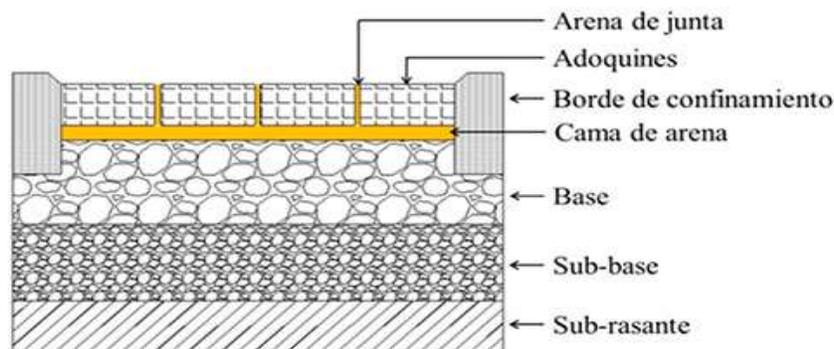
Tabla 25. Medidas respectivas de la base granular

Base granular	Espesor adoquines de concreto	Espesor capa de soporte de arena	Espesor total de base	Espesor subbase granular	Espesor mínimo de base granular
	80mm	25 a 40mm	330	315	150

Fuente. Elaboración propia

Los elementos estructurales que componen un pavimento de adoquines se muestran en la figura 14

Figura 14. Elementos estructurales de un pavimento de adoquines



Fuente. Manual de diseño INVIAS

Conocer las ventajas y desventajas de la alternativa de placa huella es de gran importancia ya que nos permitirá establecer una comparación con las demás alternativas. En la tabla 26 se hace una descripción de las ventajas y desventajas de un pavimento de adoquines.

Tabla 26. Descripción de ventajas y desventajas del pavimento en adoquines

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se puede realizar apertura una vez finalizada su ejecución	La circulación es incómoda, debido a la cantidad de juntas que posee el pavimento
No depende de la temperatura del ambiente, no retrasa el tiempo de ejecución como con las otras alternativas	Se debe asegurar la protección de la estructura frente a las infiltraciones
No se necesita de equipos costosos, ya que su instalación es sencilla	

Fuente. Elaboración propia

A continuación se realiza una breve descripción de la alternativa de Pavimento flexible mezcla densa en caliente, describiendo su constitución, sus materiales, su procedimiento y sus ventajas y desventajas:

#### **7.2.4 Pavimento flexible mezcla densa en caliente**

Esta alternativa se compone de agregados uniformes, mezcla y cubierto de asfalto. El agregado debe ser calentado a una temperatura entre 140° y 180°, para que se dé su respectivo secado. Dentro de su conformación se encuentra base asfáltica, donde esta caracteriza bajos vacíos con aire. Esta alternativa está compuesta de agregados pétreos (arenas, gravas y finos), las cuales producen una alta calidad, este método permite asegurar y controlar una dosificación de sus componentes, en un laboratorio se determina las características y cualidades de los diferentes tipos.

*Figura 15. Estabilización de suelo emulsión asfáltica*



*Fuente: Internet*

#### **Materiales**

- Agregado grueso
- Agregado fino
- Llenante mineral
- Cemento asfáltico

#### **Procedimiento:**

- Se procede a realizar el riego de liga
- Se aplica material bituminoso
- No aplicar riego de liga si está lloviendo

##### **7.2.4.1 Diseño de pavimento flexible mezcla en caliente**

- **Temperatura**

La temperatura es importante para la elaboración de una obra de pavimento en la tabla 27, se describen temperaturas de regiones de Colombia.

*Tabla 27. Regiones climáticas*

Región	Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)
R1	< 13	< 2000
R2	13 – 20	< 2000
R3	20 – 30	< 2000
R4	13 – 20	2000 – 4000
R5	20 – 30	2000 - 4000
R6	20 – 30	<4000

*Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013*

- *Temperatura promedio del municipio de Cerinza R1*

En la tabla 28, observamos la resistencia a la subrasante. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en las Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013.

*Tabla 28. Resistencia a la subrasante*

Categoría	Intervalo de resistencia	
	Módulo resiliente ( Kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
S1	3000 < Mr < 500	3 ≤ CBR < 5
S2	500 ≤ Mr < 700	5 ≤ CBR < 7
S3	700 ≤ Mr < 1000	7 ≤ CBR < 10
S4	1000 ≤ Mr < 1500	10 ≤ CBR < 15
S5	Mr > 1500	CBR > 15

*Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013*

Para el municipio de Cerinza se adopta coeficientes de resistencia a la subrasante descrito en la tabla 29.

*Tabla 29. Coeficientes de resistencia a la subrasante*

Correlación entre CBR Vs MR	CBR Módulo resiliente	<4% 0.225Mpa
--------------------------------	--------------------------	-----------------

*Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013*

En la tabla 30, observamos los requisitos de tránsito. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en las Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013.

*Tabla 30. Requisitos de tránsito*

Categoría	Ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño durante el periodo de diseño del pavimento N° (10 <sup>6</sup> )
T1	0.5 – 1.0
T2	1.0 – 2.0
T3	2.0 – 4.0
T4	4.0 – 6.0
T5	6.0 – 10.0
T6	10.0 - 15.0
T7	15.0 – 20.0
T8	20.0 – 30.0
T9	30.0 – 40.0

*Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013*

- Para el municipio de Cerinza se adopta un Nivel de tránsito T4

En la tabla 31, observamos los coeficientes estructurales. Teniendo en cuenta los criterios expuestos en las Especificaciones generales de construcción de carreteras, INVIAS 2013.

*Tabla 31. coeficientes estructurales*

Material	Condición	a1
Mezcla densa en caliente	T < 13°C	0.44
	13°C ≤ T < 20°C	0.37
	20°C ≤ T < 30°C	0.30
Mezcla densa en frío	T < 13°C	0.35
	13°C ≤ T < 20°C	0.30
	20°C ≤ T < 30°C	0.24
Base granular		0.14
Base estabilizada con cemento	Suelos A - 1	0.16
	Suelos A-2-4, A-2-5 y A-3	0.14
	Demás suelos	0.13
Base estabilizada con emulsión asfáltica	Agregado grueso	0.20
	Agregado fino	0.20
	Suelos	0.14
Subbase granular		0.11

*Fuente. Valores adoptados a los coeficientes estructurales de la capa*

- Para el municipio de cerinza se adopta un coeficiente de 0.44 debido a su temperatura

Valores adoptados a los coeficientes estructurales de la capa se muestran en la tabla 32.

*Tabla 32. Espesores de capa*

Capa de pavimento	S1		S2		S3			S4			S5			
	Espesores de capa													
Mezcla densa en caliente	15	12	12	10	12	10	7.5	10	10	7.5	10	10	7.5	10
Base granular	30	-	30	-	25	30	-	25	25	-	25	20	-	15
Base estabilizada (BEE1)	-	15	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-
Base estabilizada (BEE2)	-	10	-	10	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Base estabilizada con cemento	-	-	-	-	30	-	-	30	-	-	25	-	-	20
Subbase granular	45	45	35	35	-	30	30	-	25	35	-	20	25	-

*Fuente. Valores adoptados a los coeficientes estructurales de la capa*

Para el municipio de cerinza se adopta un coeficiente estructurales de la capa descritos en la tabla 33.

*Tabla 33. Coeficientes estructurales de la capa*

Base granular	Mezcla en caliente	10cm
	Espesor Subbase granular	30cm
	Espesor minimo de base granular	30cm
Subbrasante	Valor	0.37
	Espesor	0.15m

Fuente. Elaboracion propia

Conocer las ventajas y desventajas de la alternativa de placa huella es de gran importancia ya que nos permitirá establecer una comparación con las demás alternativas. En la tabla 235 se hace una descripción de las ventajas y desventajas de un pavimento de Pavimento flexible mezcla densa en caliente

*Tabla 35. Descripción de ventajas y desventajas del pavimento en Pavimento flexible mezcla densa en caliente.*

Ventajas	limitaciones
Alta resistencia a la compresión	El proceso de elaboración afecta altamente al medio ambiente, debido a la utilización de una alta temperatura
Minimiza esfuerzos sobre la capa granular	Cuando se construye en lugares con temperaturas bajas, tarda más tiempo en endurecer o simplemente no endurece.

Su fricción neumática es mejor, ya que cuenta con una buena textura.	Dificultad para consecución de materiales de calidad en zonas alejadas.
Minimiza el ruido de rodadura	Su tiempo de ejecución es demasiado prolongado

*Fuente. Elaboración propia*

A continuación se realiza una breve descripción de la alternativa de Pavimento flexible- caucho en frío, describiendo su constitución, sus materiales, su procedimiento y sus ventajas y desventajas:

### **7.2.5 Pavimento flexible- caucho en frío**

Esta alternativa es una mezcla de agregado mineral aunque en algunas ocasiones no se rellena con mineral, su producción se debe a que ha sido emulsionado en agua antes de ser mezclado con el agregado, la emulsión sufrirá una rotura después de que el agua se haya evaporado, la mezcla en frío empieza a tener resistencia, las mezclas en frío con emulsiones expresan un amplio margen en relación con las mezclas calientes. En la actualidad se buscan unas soluciones con materiales reutilizables, los cuales pueden presentarse para varios usos los cuales pueden ser aprovechados para la pavimentación de una vía

Uno de los materiales reutilizables es el caucho está haciendo implementado por su funcionamiento mecánico, ya que este es producto de una derivación del petróleo, y el cual presenta propiedades mecánicas que ofrecen una resistencia al corte, abrasión y al desgarrar, durabilidad y resiliencia, el uso en las vías favorece en cuanto a la disminución de los agrietamientos, genera mayor adherencia.

Materiales:

- Asfaltos líquidos
- Asfaltos modificados
- Aditivados
- Crudos
- Emulsiones

Procedimiento:

- Muestreo de mezclas en frío
- Recubrimiento de partículas
- Mezcla con emulsión asfáltica

### 7.2.5.1 Condiciones de diseño

El tipo de cemento a implementar en un pavimento en frío se representa en la figura 16.

Figura 16. Tipo de cemento por implementar

TIPO DE CAPA	NT1			NT2			NT3		
	TEMPERATURA MEDIA ANUAL PONDERADA DE LA REGIÓN (°C)								
	> 24	15-24	< 15	> 24	15-24	< 15	> 24	15-24	< 15
Rodadura e intermedia	60 – 70	60 – 70 u 80 – 100	80 – 100	60 – 70	60 – 70 u 80 – 100	80 – 100	60 – 70 o Tipo III	60 – 70 o Tipo II	80 – 100 o Tipo II
Base	–	–	–	60-70 u 80-100	60-70 u 80-100	80-100	60-70	60-70 u 80-100	80 – 100
Mezcla discontinua en caliente para capa de rodadura	–	–	–	Tipo II o Tipo III					
Mezcla drenante	–	–	–	Tipo I o Tipo II					
Alto módulo	–	–	–	–	–	–	Tipo V	Tipo V	Tipo V

Fuente. Tomada del manual de diseño de pavimentos flexibles del INVIAS

Las especificaciones del cemento asfáltico tenido en cuenta en un pavimento frío se representan en la figura 17.

Figura 17. Especificaciones del cemento asfáltico

CARACTERÍSTICA	UNIDADES	NORMA DE ENSAYO INV	GRADO DE PENETRACIÓN			
			60-70		80-100	
			Min	Max	Min	Max
Penetración (25°C, 100 g, 5 s)	0.1 mm	E-706	60	70	80	100
Índice de penetración	–	E-724	-1	-1	-1	-1
Viscosidad absoluta (60° C)	P	E-716 o E-717	1500	–	1000	–
Ductilidad (25 °C, 5 cm/min)	cm	E-702	100	–	100	–
Solubilidad en tricloroetileno	%	E-713	99	–	99	–
Contenido de agua	%	E-704	–	0.2	–	0.2
Punto de ignición mediante copa abierta de Cleveland	°C	E-709	230	–	230	–
Pérdida de masa por calentamiento en película delgada en movimiento (163°C, 75 cuantos)	%	E-720	–	1.0	–	1.0
Penetración del residuo luego de la pérdida por calentamiento (E-720), en % de la penetración original	%	E-706	52	–	48	–
Incremento en el punto de ablandamiento luego de la pérdida por calentamiento en película delgada en movimiento (E-720)	°C	E-712	–	5	–	5

Fuente. Tomada del manual de diseño de pavimentos flexibles del INVIAS

Conocer las ventajas y desventajas de la alternativa de placa huella es de gran importancia ya que nos permitirá establecer una comparación con las demás alternativas. En la tabla 35 se hace una descripción de las ventajas y desventajas de un pavimento de Pavimento flexible mezcla densa en frío

*Tabla 35. Descripción de ventajas y desventajas del pavimento en Pavimento flexible mezcla densa en frío*

Ventajas	limitaciones
Capacidad de resistir cualquier deformación permanente	Debido a su fácil infiltración de agua envejecen muy rapido
Minimiza el ruido de rodadura	Debido a su alta porosidad presentan baja rigidez
Presenta varias etapas de dosificación	Son de baja durabilidad

*Fuente. Elaboración propia*

## 8. EVALUACION DE ALTERNATIVAS

### 8.1 Priorización

Esta etapa es fundamental cuando se requiere asignar y distribuir los recursos, estos cuando es comúnmente escasos en las mallas de BVT. La principal importancia de esta etapa es que nos puede responder si es necesario pavimentar la vía o si no es necesario. De acuerdo con la eficacia de los resultados esperados se puede garantizar que tan beneficiosa es la intervención para el desarrollo sostenible del municipio. La priorización no solo es efectiva para determinar cuál alternativa proporciona una mejor solución, sino también para descubrir cuan es beneficiosos para la población. Un estudio cuya realización fue por parte de la CAF (GFomento., 2010), el cual propone un método multicriterio para los países latinoamericanos, el cual proporciona instrumentos con los cuales se puede lograr justificar y facilitar una selección y las prioridades de la intervención vial. Así las políticas de mayor influjo que se presentan son:

- Favorecer a la población
- Fomentar la productividad
- Obtener metas económicas y sociales
- Aumentar la integración regional
- Afianzar la participación de la comunidad
- Fomentar soluciones sostenibles

**8.2 Análisis de costos:** se realizó un análisis de precios unitarios a cada una de las alternativas propuestas las cuales nos guiarán y nos harán saber cuál es la alternativa que resulta más factible para el proyecto.

### 9. Análisis de precios unitarios

A continuación se presentan los análisis de precios unitarios de una cada una de las alternativas que fueron seleccionadas, esto para saber cuál es más factible para la realización del proyecto el programa seleccionado para la realización de estos fue Microsoft EXCEL.

#### 9.1 Placa huella

Se realizó un análisis de precios unitarios para el pavimento de una placa huella representada en la tabla 36. El cual nos será muy útil para el aspecto económico a tener en cuenta.

*Tabla 36. Análisis de precios unitarios de una placa huella*

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo total	
Localización del proyecto	m <sup>2</sup>	5,400	\$ 1.549,00	\$ 8365	<b>\$ 480.900.073,00</b>
<b>Construir la placa huella</b>					
Excavación mecánica en material común a nivel de subrasante (incluye retiro de sobrantes, transporte hasta escombrera y derecho de botadero)	m <sup>3</sup>	1,645	\$ 31.209,00	\$ 51.339,00	
Conformación de la subrasante	m <sup>2</sup>	5483,00	\$ 3.880,00	\$ 21.274.040	
Subbase granular (incluye suministro, extendido, nivelación, humedecido y compactación).	m <sup>3</sup>	815,90	\$ 91.804,00	\$ 74.902.884	

Excavación manual H= 0,10 m y 0,20 m para riostras y dentellados (incluye retiro de sobrantes, transporte hasta escombrera y derecho de botadero))	m <sup>3</sup>	28,88	\$ 90.986,00	\$ 2.627.676	
Concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi) espesor 0,15 m - Placas y dentellones	m <sup>3</sup>	382,50	\$ 415.627,00	\$ 158.977.328	
Concreto ciclópeo espesor 0,15 m	m <sup>3</sup>	253,21	\$ 292.571,00	\$ 74.081.903,00	
Concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi) para vigas y viguetas de riostras	m <sup>3</sup>	70,52	\$ 426.800,00	\$ 30.097.936,00	
Acero de refuerzo 4.200 kg/cm <sup>2</sup> (60.000 psi) para placas, riostras y dentellones	kg	27,40	\$ 682,00	\$ 18.687,00	
CUNETA	m <sup>3</sup>	185,00	\$ 414.288,00	\$ 76.643.280,00	
BORDILLO	m	1.000,00	\$ 42.225,00	\$ 42.225.000	<b>\$ 1.407.135,00</b>
<b>Construir de las obras de drenaje con cajas de recolección</b>					
Excavación manual 1,50 m * 1,50 m * 2,75 m.	m <sup>3</sup>	61,88	\$ 19.135,00	\$ 1.184.074,00	
Concreto de baja resistencia 140 kg/cm <sup>2</sup> (2.000 psi)	m <sup>3</sup>	1,33	\$ 26.536,00	\$ 35.293,00	

para cajas de recolección					
Concreto para caja	m <sup>3</sup>	3,19	\$ 26.536,00	\$ 84.650,00	
Acero figurado de refuerzo de 4200 kg/cm <sup>2</sup> (60.000 psi ) para caja	kg	151,20	\$ 682,00	\$ 103.118,00	<b>\$ 19.889.525,00</b>
<b>Construir las obras de drenaje con la tubería y cabezales</b>					
Excavación manual 4,5 m * 2,1 m * 1,6 m para cabezales	m <sup>3</sup>	5,14	\$ 76.912,00	\$ 395.328,00	
Concreto resistencia 140 kg/cm <sup>2</sup> (1.500 psi) para solados en muros y cabezales	m <sup>3</sup>	36,01	\$ 303.690,00	\$ 10.935.877,00	
Acero figurado de refuerzo de 4.200 kg/cm <sup>2</sup> (60.000 psi) para cabezal	kg	1,10	\$ 682,00	\$ 750,00	
Tubería de diámetro (36" = 0,9 m) una por cada 100 m para alcantarillas	m	10,00	\$ 855.757,00	\$ 8.557.570,00	
<b>Total costos directos</b>					<b>\$ 502.196.733,00</b>
<b>Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.</b>			<b>Administración</b>	<b>19,00%</b>	<b>\$ 95.417.379,00</b>
			<b>Imprevistos</b>	<b>5,00%</b>	<b>\$ 25.109.837,00</b>
			<b>Utilidad</b>	<b>6,00%</b>	<b>\$ 30.131.804,00</b>
			<b>SUBTOTAL AIU</b>	<b>30,00%</b>	<b>\$ 150.659.020,00</b>
<b>Costo total obra</b>					<b>\$ 652.855.753,00</b>
<b>Interventoría</b>					<b>\$ 0,00</b>
<b>Valor total del proyecto</b>					<b>\$ 652.855.753,00</b>

Fuente. Elaboración propia

## 9.2 Concreto rígido

Se realizó un análisis de precios unitarios para el pavimento de concreto rígido representada en la tabla 37. El cual nos será muy útil para el aspecto económico a tener en cuenta.

*Tabla 37. Análisis de precios unitarios del concreto rígido*

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Localización y replanteo	m <sup>2</sup>	5,400	\$ 14.422,00	\$ 77879
<b>Construir la placa huella</b>				
Excavación a máquina material común	m <sup>3</sup>	2,244	\$ 29.590,00	\$ 66.400,00
Subbase granular (incluye suministro, extendido, nivelación, humedecido y compactación).	m <sup>3</sup>	759,62	\$ 97.064,00	\$ 73.731.367
Relleno para andenes	m <sup>3</sup>	145,00	\$ 114.336,00	\$ 16.578.720
pavimento de concreto hidráulico	m <sup>3</sup>	495,99	\$ 523.343,00	\$ 259.573.941
Anden en concreto clase D: 0,08m	m <sup>2</sup>	590,00	\$ 34.270,00	\$ 20.219.300
Bordillo en concreto clase D: 0,15m*0,2m	ml	663,00	\$ 266.056,00	\$ 176.395.128,00
Acero de refuerzo para estructura grado 60.	kg	6.459,16	\$ 117.484,00	\$ 758.847.484,00
Corte de juntas, limpieza, colocación de cordón de resguardo y sellos de junta con polipropileno	ml	1.588,00	\$ 604.737,00	\$ 960.322.356,00
Concreto tipo D para estructuras	m <sup>3</sup>	53,36	\$ 273.931,00	\$ 14.616.958
Concreto tipo F para soldado	m <sup>3</sup>	3,45	\$ 273.931,00	\$ 945.062,00
Rejillas en acero	und	2,00	\$ 261.559,00	\$ 523.118,00
Enrocado en piedra pegada	und	4,00	\$ 284.079,00	\$ 1.136.316,00
Registro en concreto 0,60m*0,60m	m <sup>3</sup>	25,00	\$ 76.700,00	\$ 1.917.500,00
Relleno de material en sitio	m <sup>3</sup>	190	\$ 187.925,00	\$ 35.705.750,00

Conformación de calzada, incluye compactación	m3	135	\$ 299.118,00	\$ 40.380.930,00
afirmado con material	m3	1790	\$ 298.012,00	\$ 533.441.480,00
Cunetas en concreto 3000PSI	ml	356	\$ 50.657,00	\$ 18.033.892,00
				<b>2912513581</b>
<b>Total costos directos</b>				<b>\$ 2.912.513.581,00</b>
Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.	Administración		19,00%	\$553.377.580,00
	Imprevistos		5,00%	\$145.625.679,00
	Utilidad		6,00%	\$174.750.815,00
	<b>SUBTOTAL AIU</b>		<b>30,00%</b>	<b>\$873.754.074,00</b>
<b>Costo total obra</b>				<b>\$3.786.267.655,00</b>
<b>Interventoría</b>				<b>\$0,00</b>
<b>Valor total del proyecto</b>				<b>\$3.786.267.655,00</b>

*Fuente. Propia*

### 9.3 Adoquines

Se realizó un análisis de precios unitarios para el pavimento de adoquines representada en la tabla 38. El cual nos será muy útil para el aspecto económico a tener en cuenta.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Localización y replanteo	m2	5,400	\$ 30,00	\$ 162
<b>Construir de la subbase</b>				

Excavación a máquina material común	m <sup>3</sup>	2,244	\$ 31,21	\$ 70,00
Subbase granular (incluye suministro, extendido, nivelación, humedecido y compactación).	m <sup>3</sup>	759,62	\$ 91,84	\$ 69.763
adoquín de cemento	m <sup>3</sup>	10,000	\$ 127.841,00	\$ 1.278.410
Total costos directos				\$ 1.348.405,00
Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.	Administración		19,00%	\$ 256.197,00
	Imprevistos		5,00%	\$ 67.420,00
	Utilidad		6,00%	\$ 80.904,00
	SUBTOTAL AIU		30,00%	\$ 404.521,00
Costo total obra				\$ 1.752.926,00
Interventoría				\$ 0,00
Valor total del proyecto				\$ 87.646.300,00

*Fuente. Propia*

#### 9.4 Pavimento flexible en caliente

Se realizó un análisis de precios unitarios para el pavimento de Pavimento flexible en caliente representada en la tabla 39. El cual nos será muy útil para el aspecto económico a tener en cuenta.

*Tabla 39. Analisis de precios unitarios de un pavimento flexible en caliente*

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Localización del proyecto	m <sup>2</sup>	5,400	\$ 225,00	\$ 1215
Mezcla asfáltica en caliente	m <sup>3</sup>	0,050	\$ 35.787,00	\$ 1.789,00

corte de pavimento	m	5000,00	\$ 5.074,00	\$ 25.370.000
remoción y demolición de pavimento asfáltico	m <sup>2</sup>	1.000,00	\$ 45.862,00	\$ 45.862.000
remoción de base granular	m <sup>3</sup>	0,35	\$ 1.053.022,00	\$ 368.558
conformación de base y subbase	m <sup>3</sup>	0,35	\$ 38.510,04	\$ 13.479
imprimación en zona	m <sup>2</sup>	1,00	\$ 983.831,00	\$ 983.831
colocación mezcla asfáltica	m <sup>2</sup>	1,00	\$ 127.734,00	\$ 127.734,00
	<b>TOTAL</b>			<b>\$ 72.728.606,00</b>
Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.	Administración		19,00%	\$ 13.818.435,00
	Imprevistos		5,00%	\$ 3.636.430,00
	Utilidad		6,00%	\$ 4.363.716,00
	<b>SUBTOTAL AIU</b>		<b>30,00%</b>	<b>\$ 21.818.581,00</b>
Costo total obra				\$ 94.547.187,00
Interventoría				
Valor total del proyecto				\$0,00
				\$ 94.547.187,00

*Fuente. Propia*

### 9.5 Pavimento flexible en frío

Se realizó un análisis de precios unitarios para el pavimento de Pavimento flexible en frío representada en la tabla 39. El cual nos será muy útil para el aspecto económico a tener en cuenta.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Localización del proyecto	m <sup>2</sup>	5,400	\$ 225,00	\$ 1215
Mezcla asfáltica en frío	m <sup>3</sup>	0,050	\$ 35.787,00	\$ 1.789,00

corte de pavimento	m	5000,00	\$ 5.074,00	\$ 25.370.000
remoción y demolición de pavimento asfáltico	m2	1.000,00	\$ 45.862,00	\$ 45.862.000
remoción de base granular	m3	0,35	\$ 1.053.022,00	\$ 368.558
conformación de base y subbase	m <sup>3</sup>	0,35	\$ 38.510,04	\$ 13.479
imprimación en zona	m2	1,00	\$ 983.831,00	\$ 983.831
Mezcla asfáltica con asfalto caucho (Suministro, Extendido, Nivelación y Compactación)	m3	80,00	\$ 591.031	\$ 47.282.480
colocación mezcla asfáltica	m2	1,00	\$ 127.734,00	\$ 127.734,00
	<b>TOTAL</b>			\$ 120.011.086,00
Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.	Administración	19,00%	\$ 22.802.106,00	
	Imprevistos	5,00%	\$ 6.000.554,00	
	Utilidad	6,00%	\$ 7.200.665,00	
	<b>SUBTOTAL AIU</b>	<b>30,00%</b>	<b>\$ 36.003.325,00</b>	
Costo total obra				\$ 156.014.411,00
Interventoría				\$ 0,00
Valor total del proyecto				\$ 156.014.411,00

*Fuente. Propia*

## 10. Analisis de criterios multiples

Se basa en ponderar una cierta cantidad de criterios técnicos, ambientales y sociales, a los cuales se les asignan una serie de puntos, los cuales deben cumplir de forma adecuada con cada criterio, para este proyecto se seleccionaron una serie de alternativas para la pavimentación de una vía que da acceso a un mirador turístico del municipio de Cerinza, se realizó una descripción de cada alternativa y se resaltan sus ventajas y desventajas, se realizó unos prediseños los cuales nos permitirán establecer cuál generara mayor durabilidad y desempeño, también se realizaron unos APUS los cuales nos permitirán determinar la parte económica, y se realizó

una encuesta donde se prioriza la opinión de una pequeña parte de los habitantes permitiendo establecer atributos sociales.

### 10.1 Factores que afecta en la priorizacion

- Social
- Económica
- Tecnica
- Ambiental

Una herramienta que facilita el proceso de selección y la prioridad de la infraestructura vial, la priorización debe ser transparente y donde se evalúen los resultados obtenidos. Para ello es necesaria la participación de la comunidad, autoridades regionales y transportadores. Para ello se utiliza la siguiente tabla de factores de priorización de vías, es recomendable utilizar el modelo RED (se muestra en la figura), el cual se ha utilizado con eficacia en este proyecto.

Figura 18. Coeficientes de ponderación

Categoría	Coeficiente de ponderación de la categoría	Factor	Puntaje sugerido	Puntaje factor	Coeficiente de ponderación factor
Social	C1 (%)	<b>Población beneficiada</b>	Puntaje sugerido	P1	F1 (%)
		Concentrada (más de 10 viviendas/km)	1		
		Medio (de 5 a 10 viviendas/km)	0,6		
Económica	C2 (%)	Dispersa (menos de 5 viviendas/km)	0,2	P2	F2 (%)
		<b>Accesibilidad a servicios primarios</b>	Puntaje sugerido		
		Centro de salud y escuela	1		
		Centro de salud o escuela	0,7	P3	F3 (%)
		Otros centros sociales	0,3		
		<b>Volumen de tránsito</b>	Puntaje sugerido		
		Entre 151 y 250 vehículos/día	1	P4	F4 (%)
		Entre 101 y 150 vehículos/día	0,7		
		Entre 50 y 100 vehículos/día	0,4		
		<b>Incremento del tránsito por el mejoramiento de la vía</b>	Puntaje sugerido	P5	F5 (%)
		Alto	1		
Medio	0,5				
Bajo	0	P6	F6 (%)		
<b>Productividad</b>	Puntaje sugerido				
Terrenos aledaños a la vía de alta productividad	1				
Terrenos aledaños a la vía de mediana productividad	0,5	P7	F7 (%)		
Terrenos aledaños a la vía de baja productividad	0				
Técnica	C3 (%)			<b>Tipo de superficie de rodadura</b>	Puntaje sugerido
		Material granular estabilizado	1		
		Tierra	0,4	P9	F9 (%)
		<b>Conectividad</b>	Puntaje sugerido		
		Con una vía primaria	1		
		Con una vía secundaria	0,8	P10	F10 (%)
		Con una vía terciaria	0,6		
		<b>Ancho de calzada</b>	Puntaje sugerido		
		Mayor o igual que 5,0 m.	1	P11	F11 (%)
		Menor que 5,0 m.	0,6		
<b>Existencia de obras básicas de infraestructura</b>	Puntaje sugerido				
Existencia de terralenes, estructuras permanentes	1	P10	F10 (%)		
Inexistencia de terralenes, estructuras permanentes	0				
Ambiental	C4 (%)			<b>Impacto ambiental</b>	Puntaje sugerido
		Afectación baja o nula	1		
		Afectación media	0,5		
		Afectación alta	0	P11	F11 (%)
		<b>Impacto por el polvo</b>	Puntaje sugerido		
Alto: zona con población densa y agricultura importante	1				
Medio: zona agrícola con población baja a media	0,5				
Bajo: zona con baja población y agricultura menor	0				

Fuente. CAF

Abarcando los anteriores aspectos, ahora nos enfocamos en un diseño llamado DISEÑO AMBIENTAL OPTIMIZADO (DAO). Para determinar cuál alternativa de pavimentación de BVT, es necesario enfocarnos en este diseño el cual es un modelo aplicativo para las vías con bajos volúmenes de tránsito, el cual acoge una serie de soluciones para la creación de acceso al mirador. Dentro de estos diseños encontramos tres atributos:

- Durabilidad y desempeño
- Construcción y sostenibilidad
- Económicos sociales y ambientales.

### **11. Encuesta**

Se realizó una encuesta a un mínimo grupo de habitantes del municipio de Cerinza, donde se encuestaron habitantes, autoridades, transportadores e ingenieros. Esta encuesta es fundamental porque la participación de la comunidad es importante, ya que con su opinión pueden ayudar a la selección de alguna alternativa y saber su opinión sobre la construcción de una infraestructura vial. Aquí se muestra las preguntas que se eligieron para la encuesta.

#### **ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS**

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A. Si  
B. No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A. Si  
B. No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. Afecta la unidad de transporte  
B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A. Si

- B. No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?
- A. Si  
B. No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?
- A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?
- A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?
- A. Si  
B. No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?
- A. Si  
B. No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerinza?
- A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.

### 11.1 Resultados gráficos

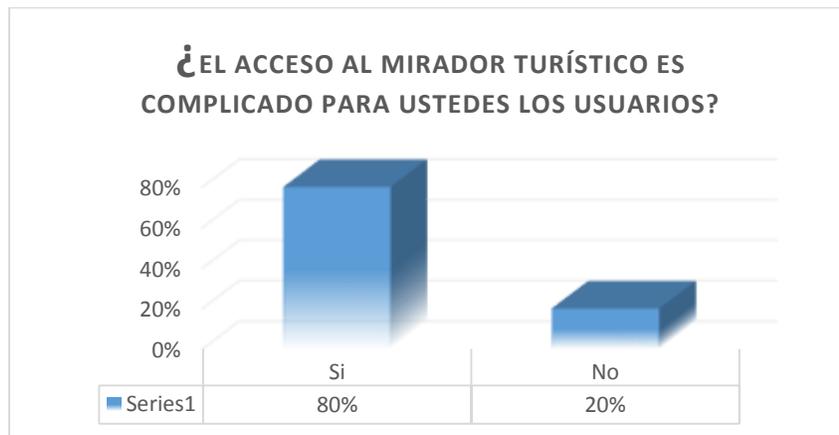
A continuación se muestran los resultados de la encuesta la cual se realizó a algunos habitantes del municipio de Cerinza BOYACÁ, los resultados se realizaron en el programa Microsoft EXCEL.

*Tabla 41. Acceso al mirador turístico*

<b>¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?</b>			
A	Si	16	80%
B	No	4	20%

**Fuente.** Cuestionario (Anexo 2)

*Figura 19. Acceso al mirador*



*Fuente. Elaboración propia*

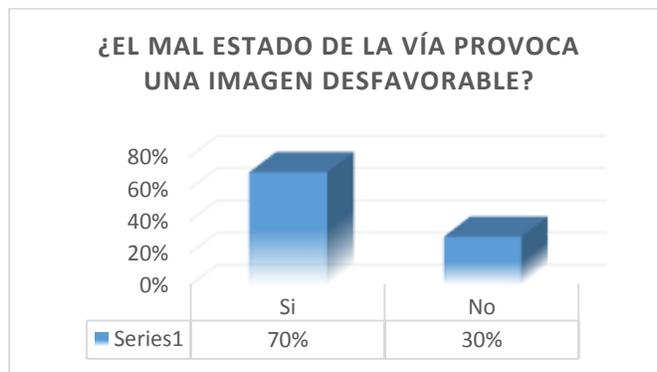
Interpretación: De acuerdo con la tabla y la gráfica, la mayoría de los encuestados un 80% están de acuerdo en que el acceso al mirador es complicado para los turistas. Los otros 20% de los encuestados no se les hace complicado el acceso al mirador.

*Tabla 42. Estado desfavorable de la vía*

<b>2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?</b>			
A	Si	14	70%
B	No	6	30%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 20. Estado de la vía*



*Fuente. Elaboración propia*

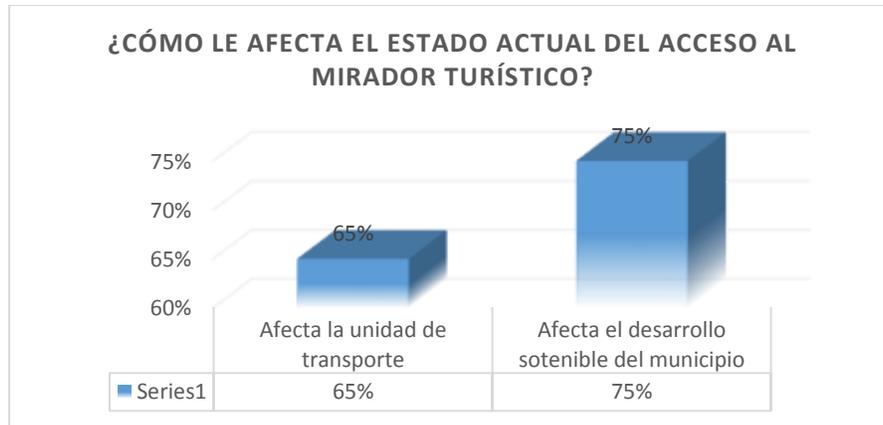
Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 70% de los encuestados consideran que la vía si provoca una imagen desfavorable para el mirador y el otro 30 % no considera que la vía tal como esta no provoca una imagen desfavorable.

*Tabla 43. Afectación del estado actual del acceso*

<b>3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?</b>			
A	Afecta la unidad de transporte	13	65%
B	Afecta el desarrollo sostenible del municipio	15	75%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 21. Afectación del estado actual de la vida*



*Fuente. Elaboración propia*

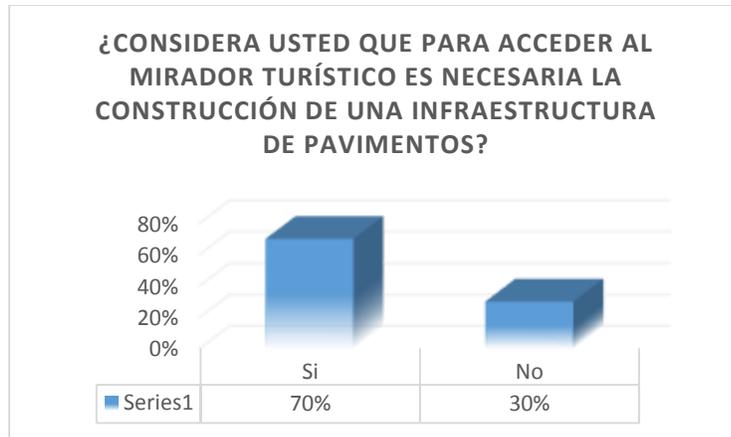
Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 75% de los encuestados considera que el estado actual de la vía afecta el desarrollo sostenible del municipio y el 65% de los encuestados considera que afecta la unidad de transporte.

*Tabla 44. Necesidad de construcción de infraestructura*

4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?			
A	Si	14	70%
B	No	6	30%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 22. Consideración de la construcción*



*Fuente. Elaboración propia*

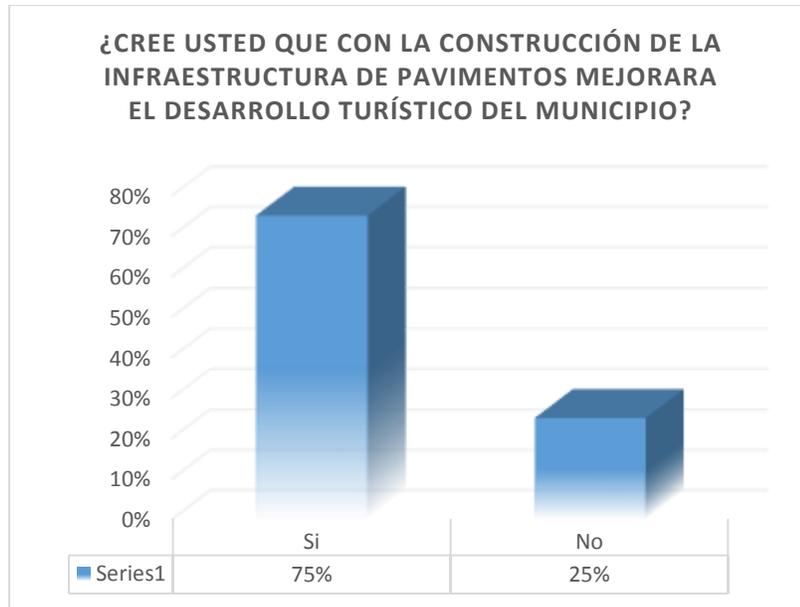
Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 70 % de los encuestados considera que es necesario la construcción de una infraestructura de pavimentos, el otro 30% no consideran que sea necesaria la construcción.

*Tabla 45. Mejor desarrollo turístico*

5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?			
A	Si	15	75%
B	No	5	25%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 23. Mejoramiento del desarrollo turístico*



*Fuente. Elaboración propia*

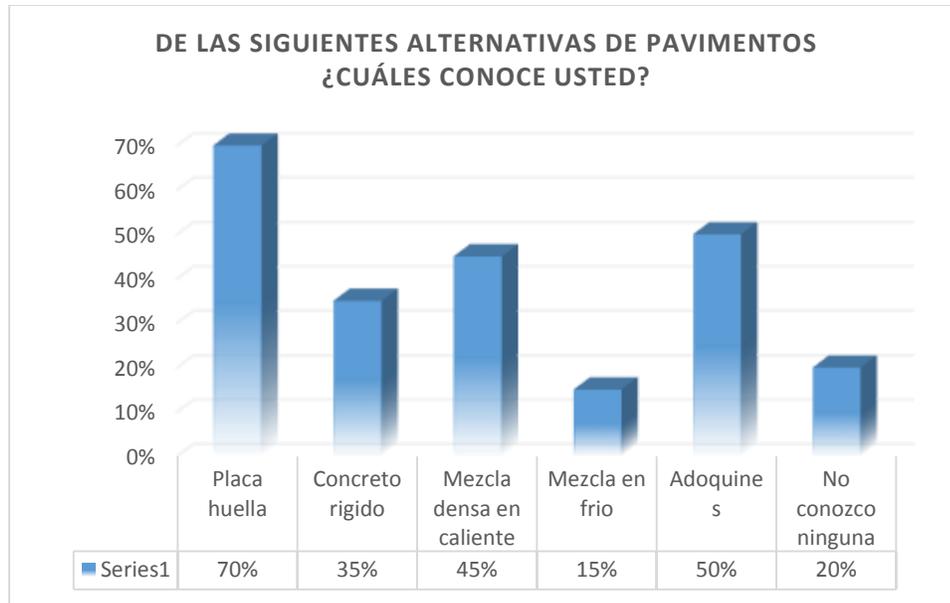
Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 75% de los encuestados creen que la infraestructura mejorara el desarrollo turístico del municipio el otro 25% no creen que mejorara.

*Tabla 46. Conocimiento de alternativas*

6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?		
A	Placa huella	70%
B	Concreto rígido	35%
C	Mezcla densa en caliente	45%
D	Mezcla en frio	15%
E	Adoquines	50%
F	No conozco ninguna	20%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 24. Conocimiento de alternativas*



*Fuente. Elaboración propia*

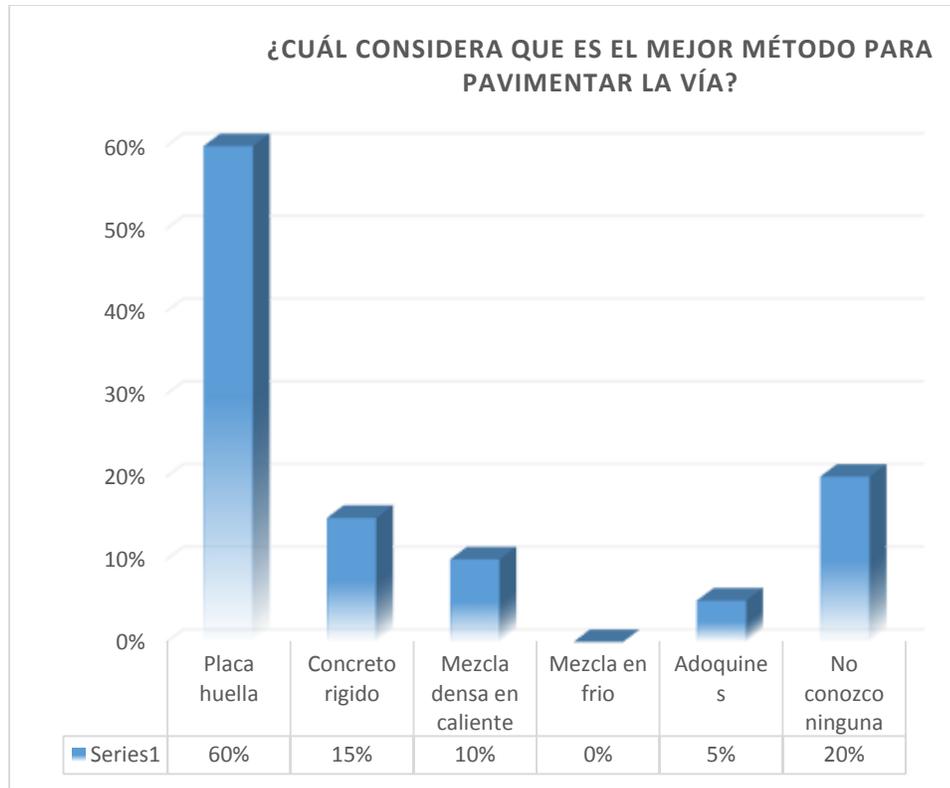
Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 70% de los encuestados conocen como alternativa de pavimentos la placa huella, un 45% conocen la mezcla densa, el 50% conocen la alternativa de adoquines, el 35% conocen el concreto rígido, un 15% conocen la mezcla en frío y por último el porcentaje que no conocen ninguna de las alternativas de pavimento es un 20%.

*Tabla 47. Alternativas para pavimentar*

7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?		
A	Placa huella	12 60%
B	Concreto rígido	3 15%
C	Mezcla densa en caliente	2 10%
D	Mezcla en frío	0 0%
E	Adoquines	1 5%
F	No conozco ninguna	4 20%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 25. Mejor método de pavimentación*



*Fuente. Elaboración propia*

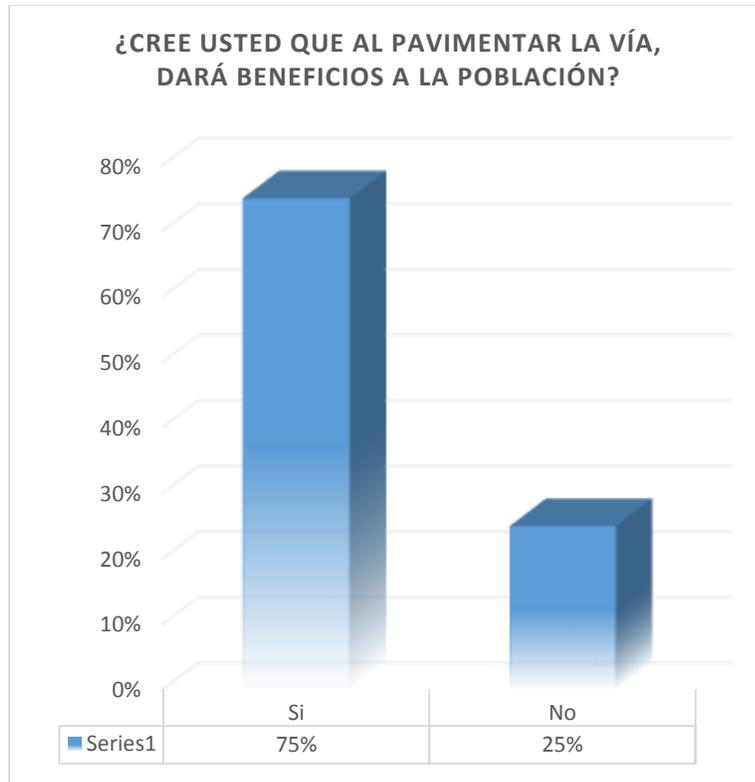
Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, un 60% considera que la mejor alternativa es la placa huella, un 15% de los encuestados considera que el mejor método es concreto rígido, un 10% consideran que la mejor alternativa es la mezcla densa en caliente, los encuestados consideran que la mezcla en frío no es la mejor alternativa, un 5% de los encuestados consideran que los adoquines puede ser una buena alternativa y un 20% no conocen ninguna alternativa.

*Tabla 48. Beneficios a la población*

8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?			
A	Si	15	75%
B	No	5	25%

Fuente. Encuesta ( Anexo 2)

*Figura 26. Beneficios a la población*



*Fuente. Elaboración propia*

Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 75% de los encuestados cree que el pavimentar la vía traerá beneficios a la comunidad y el 25% de los encuestados no creen que la construcción de la vía no traerá ningún beneficio para la población.

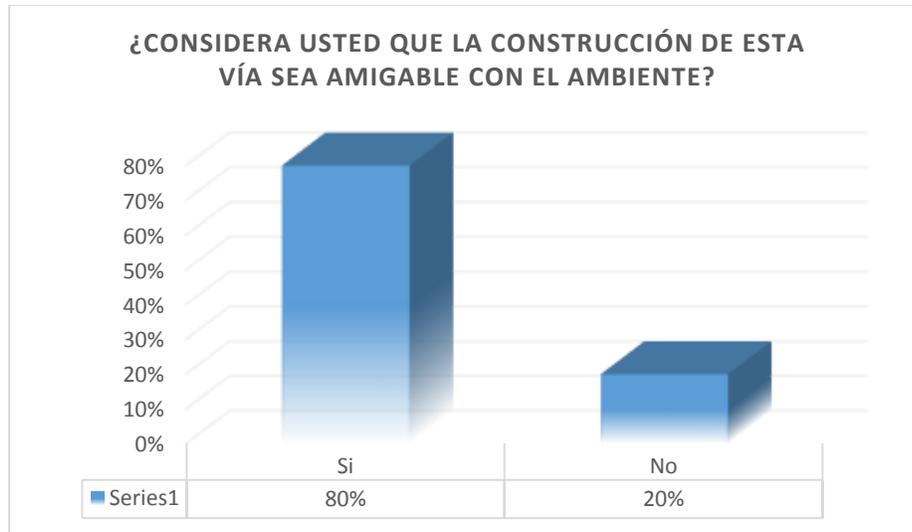
*Tabla 49. Consideración con el ambiente*

9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?

A	Si	16	80%
B	No	4	20%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 27. Construcción es amigable con el medio ambiente*



*Fuente. Elaboración propia*

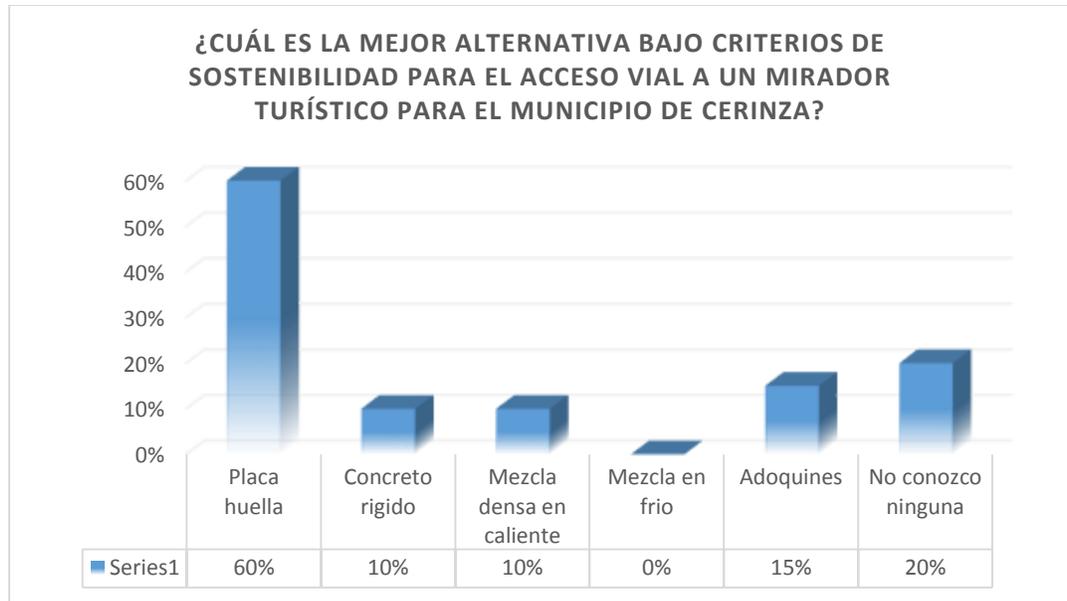
Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 80% consideran que la construcción será amigable con el medio ambiente y el otro 20% no consideran que la construcción sea amigable con el medio ambiente.

*Tabla 50. Mejor alternativa bajo los criterios de sostenibilidad*

10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerinza?		
A	Placa huella	60%
B	Concreto rigido	10%
C	Mezcla densa en caliente	10%
D	Mezcla en frio	0%
E	Adoquines	15%
F	No conozco ninguna	20%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 28. Alternativas bajo criterios de sostenibilidad*



*Fuente. Elaboración propia*

Interpretación: de acuerdo con la tabla y la gráfica, el 60% consideran que la mejor alternativa que puede mejorar la sostenibilidad para el acceso al mirador es la placa huella, el 15% consideran que es mejor los adoquines, el 10% considera que el concreto rígido y la mezcla caliente serian una mejor alternativa, la mezcla en frío no se consideró como una buena alternativa y el 20% de los encuestados no conocen ninguna de las alternativas.

## **12. Selección de la alternativa de pavimento**

Para la selección de la mejor alternativa se hizo mayor seguimiento a los atributos económicos, sociales y ambientales, así como también un buen porcentaje de durabilidad y desempeño, los puntos fueron seleccionados de acuerdo con las ventajas y desventajas de cada alternativa, con los diseños propuestos, con los APUS realizados y las encuestas las cuales son fundamentales para conocer la opinión de la comunidad y así hacerlos parte de este proyecto.

*Tabla 51. Ponderación de las alternativas propuestas*

CATEGORIAS	COEFICIENTE DE PONDERACION	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACION ATRIBUTO	PLACA HUELLA	MEZCLA DENSA	MEZCLA EN FRIJO	ADOQUINES
CONTRIBUCCION Y SOSTENIBILIDAD	25%	Competencia y capacitación del personal requerido	10%	5,0	5,0	4,0	4,0
		Disponibilidad de equipos	10%	5,0	5,0	4,0	4,0
		Necesidad de material importado	5%	3,0	3,0	3,0	3,0
		Uso de recursos no renovables	0%	0,0	0,0	0,0	0,0
DURABILIDAD Y DESEMPEÑO	40%	Durabilidad	10%	5,0	4,0	4,0	4,0
		Vida útil	10%	5,0	4,0	4,0	4,0
		Calidad del rodado	10%	5,0	4,0	3,5	3,0
		Seguridad	10%	4,0	4,0	4,0	3,0
ECONOMICOS SOCIALES Y AMBIENTALES	35%	Costos de ciclo de vida	10%	4,0	3,0	4,0	4,0
		Oportunidades de empleo	10%	5,0	4,0	4,0	4,0
		Impactos ambientales	10%	4,0	3,5	4,0	4,0
		Calidad visual	5%	4,0	4,00	4,0	4,0
			100,00%	3,67	3,63	3,542	3,42

Fuente. Elaboración propia

### 13. Análisis de resultados

Teniendo en cuenta los ejercicios realizados en el documento, donde se realizó una descripción de cada una de las alternativas propuestas, describiendo cada una de sus ventajas y desventajas, asumimos estos factores para realizar la ponderación donde se dedujo que la mejor alternativa en cuanto a sus ventajas y desventajas fue la placa huella. Se realizó un diseño estructural de cada alternativa lo cual también fue muy importante para la ponderación donde nos ayudó a seleccionar puntos a cada atributo.

A continuación se muestra valores totales de cada proyecto, los cuales fueron fundamentales para lograr ponderar el atributo de economía.

Tabla 52. valor total del proyecto de la placa huella

Administración	19,00%	\$95.417.379,00
----------------	--------	-----------------

Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.	Imprevistos	5,00%	\$25.109.837,00
	Utilidad	6,00%	\$30.131.804,00
	SUBTOTAL AIU	30,00%	\$150.659.020,00
	<hr/>		

Costo total obra \$652.855.753,00

---

Interventoría \$0,00

---

**Valor total del proyecto \$652.855.753,00**

---

*Fuente. Elaboración propia*

*Tabla 42. valor total del proyecto concreto rígido*

Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.

Administración	19,00%	\$553.377.580,00
Imprevistos	5,00%	\$145.625.679,00
Utilidad	6,00%	\$174.750.815,00
SUBTOTAL AIU	30,00%	\$873.754.074,00

\$

-

Costo total obra \$3.786.267.655,00

---

Interventoría \$0,00

---

**Valor total del proyecto \$3.786.267.655,00**

---

*Fuente. Elaboración propia*

Podemos observar que la alternativa de concreto rígido tiene un valor de proyecto muy superior al de la alternativa de la placa huella.

Tabla 53. Valor del proyecto de adoquines

<p>Los porcentajes presentados por concepto de AIU son indicativos, cada entidad territorial tiene la responsabilidad de ajustarlos y presentar el correspondiente análisis detallado, de acuerdo a sus condiciones particulares.</p>	Administración	19,00%	\$256.197,00
	Imprevistos	5,00%	\$67.420,00
	Utilidad	6,00%	\$80.904,00
	<b>SUBTOTAL AIU</b>	<b>30,00%</b>	<b>\$404.521,00</b>
	<b>Costo total obra</b>		
<b>Interventoría</b>			<b>\$0,00</b>
<b>Valor total del proyecto</b>			<b>\$1.752.926,00</b>

Fuente. Elaboración propia

El costo del valor del proyecto de la alternativa de adoquines es muy inferior a la de las demás alternativas.

Y por último para complementar el atributo social se realizó una encuesta, donde se permitió a un pequeño grupo de habitantes del municipio participar en el proyecto, donde se realizaron preguntas concretas sobre el proyecto. Estos fueron los resultados, tabla 54.

*Tabla 54. Mejor alternativa bajo los criterios de sostenibilidad*

10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerinza?		
A	Placa huella	60%
B	Concreto rigido	10%
C	Mezcla densa en caliente	10%
D	Mezcla en frio	0%
E	Adoquines	15%
F	No conozco ninguna	20%

Fuente. Encuesta (Anexo 2)

*Figura 29. Selección de alternativa*



Fuente. Elaboración propia

La mayoría de las personas encuestadas consideran que la mejor alternativa bajo los criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico. Donde

un 60% de los encuestados consideran que el proyecto de placa huella es la mejor alternativa.

A continuación en la tabla 55. Se presenta la ponderación la cual nos ha permitido determinar cuál es la mejor alternativa para la construcción de la infraestructura vial.

Tabla 55. Ponderación de las alternativas propuestas

EVALUACION DE ALTERNATIVAS							
CATEGORIAS	COEFICIENTE DE PONDERACION	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACION ATRIBUTO	PLACA HUELLA	MEZCLA DENSA	MEZCLA EN FRIJO	ADOQUINES
CONTRIBUCCION Y SOSTENIBILIDAD	25%	Competencia y capacitación del personal requerido	10%	5,0	5,0	4,0	4,0
		Disponibilidad de equipos	10%	5,0	5,0	4,0	4,0
		Necesidad de material importado	5%	3,0	3,0	3,0	3,0
		Uso de recursos no renovables	0%	0,0	0,0	0,0	0,0
DURABILIDAD Y DESEMPEÑO	40%	Durabilidad	10%	5,0	4,0	4,0	4,0
		Vida útil	10%	5,0	4,0	4,0	4,0
		Calidad del rodado	10%	5,0	4,0	3,5	3,0
		Seguridad	10%	4,0	4,0	4,0	3,0
ECONOMICOS SOCIALES Y AMBIENTALES	35%	Costos de ciclo de vida	10%	4,0	3,0	4,0	4,0
		Oportunidades de empleo	10%	5,0	4,0	4,0	4,0
		Impactos ambientales	10%	4,0	3,5	4,0	4,0
		Calidad visual	5%	4,0	4,00	4,0	4,0
			100,00%	3,67	3,63	3,542	3,42

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con todos los ejercicios realizados para cada alternativa, y donde se seleccionaron tres categorías, donde a cada una se le atribuyo un coeficiente de ponderación, los resultados nos arrojan que la mejor alternativa para la construcción del mirador turístico es la PLACA HUELLA.

## 14. Conclusiones

Cada una de las alternativas de pavimentación de vías con bajos volúmenes de tránsito fueron clasificadas en tres grupos los cuales fueron: tecnologías universales, tecnologías innovadoras y experimentales. Cada una de ellas ofrecen dos soluciones: estructurales y funcionales, dentro de estas soluciones se seleccionaron 5 alternativas, dividiéndose entre las dos soluciones ya antes mencionadas, donde las soluciones funcionales son aquellas que buscan un refuerzo en la capacidad de soporte de cargas de tránsito sobre la vía, dentro de este grupo encontramos dos alternativas de pavimentación y en las soluciones estructurales encontramos tres alternativas de pavimentación.

Dentro de cada alternativa se establecen ventajas que nos permitieron observar que cada una de ellas son resistentes a la compresión, pero fue en las desventajas donde observamos que la alternativa de concreto rígido toma más tiempo de ejecución, su tiempo es más prolongado que en otras alternativas. Para un tiempo mínimo de ejecución la mejor opción es pavimentos de adoquines ya que una vez terminada su ejecución se puede hacer apertura de su obra.

Una vez se evidencia cada una de las alternativas se realiza un proceso de diseño esto basándonos en las especificaciones técnicas del INVIAS, esto nos permite conocer el proceso de diseño y esencial para la realización de los análisis de precios unitarios, conocer el valor de cada proyecto nos permite darnos cuenta cual factible es llevar a cabo un proyecto, ya que un buen estado vial es fundamental para el desarrollo de cualquier país, no se cuenta con buenos recursos para lograr el objetivo de mejorar el estado de las vías en países de Latinoamérica especialmente en Colombia. Una priorización que se basa en políticas económicas y sociales del gobierno por ello es importante la elección de las vías a intervenir.

Llevar a la práctica los diseños es posible involucrar ocupaciones de cada alternativa, los manuales de diseño tomados del INVIAS, nos da especificaciones de construcción de una vía, en la parte técnica se determina que la placa huella con lleva un proceso constructivo más denso y más controlado. Donde se mide su resistencia de manera más clara y detallada.

Una vez se describe de manera detallada cada alternativa y sus beneficios para el proyecto, el modelo de priorización permite determinar bajo atributos y criterios de ponderación y la metodología DAO que implica el tránsito, elementos ambientales, económicos técnicos y sociales; ofrecen la posibilidad de encontrar soluciones para la vía que se desea intervenir. Bajo cada criterio se atribuyen puntajes de ponderación a cada aspecto el cual nos permite concluir que la mejor

alternativa para ejecutar un proyecto de pavimentación en el municipio de CERINZA BOYACA es la alternativa PLACA HUELLA.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Contreras, M. (2004). *Formulación y evaluación de proyectos*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Amado, J. O. (2012). *Orígenes y evolución del espacio público, desafíos y oportunidades para la gestión urbana actual*. Buenos Aires, Argentina: [sitio web] consultado 09 de junio de 2015, <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/04/24/origenes-y-evolucion-de-espacio-publico-desafios-y-oportunidades-para-la-gestion-urbana-actual/>.

Bellet Safeliu, C. (2009). Reflexiones sobre el espacio público. El caso de las ciudades intermedias. En *Espacios públicos y ciudades intermedias*, IV Seminario de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de los Andes.

Fonseca Rodríguez (2014) *La importancia y la apropiación de los espacios públicos en las ciudades* <http://www.udgvirtual.udg.mx/paakat/index.php/paakat/article/view/222/329>

López de L. (1984). *La descapitalización de las empresas constructoras como consecuencia de la pérdida del valor del equipo a través del tiempo* [https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Lopez\\_de\\_Leon\\_Pascual\\_Sergio\\_44575.pdf](https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Lopez_de_Leon_Pascual_Sergio_44575.pdf)

Camaño S. (2014) *La importancia de los materiales de construcción* <http://sermanconstrucciones.es/reformas-las-rozas/materiales-de-construccion>

Frolova, E.V., Rogach, O.V., Ryabova, T.M. (2019) *Tourism attraction in russian regions in cyberspace: New tendencies of tourism media marketing* <https://giapjournals.com/index.php/hssr/article/view/hssr.2019.74182>

Sanfeliu Arboix, I., Martín, E.(2017). *Public Space in Barcelona (1992-2017)-Evolution and Case Studies* <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/5/052089/pdf>

Ratha, N., Ismail, T.N.H.T., Wijeyesekera, D.C., (...), Abu Talib, M.K., Zainorabidin, A. *Investigación del desarrollo de tecnologías sostenibles para minimizar los asentamientos de terraplenes de carreteras*

problemáticos <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1049/1/012046>

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/34647/808215.pdf?sequence=1>

Mazrekaj, R. (2020) Impacto de la infraestructura vial en el desarrollo del turismo en Kosovo  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084436963&doi=10.34218%2fIJM.11.4.2020.045&partnerID=40&md5>

Ramírez. M. (2013). Materiales alternativos para la construcción de vías terciar

<https://prezi.com/imzlrghdk5/materiales-alternativos-para-la-construccion-de-vias-terciar/>

Invias (2008) Manual de servicios de consultoría para estudios y diseños, interventoría de estudios y diseños y gerencia de proyectos en invias [https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3240-manual-de-servicios-de-consultoria-para-el-invias/file?fbclid=IwAR1I6zEzv9asoQ0zXIfk0fzsgAOkcQgYPatlNAdXrAia\\_ZeJ5U88ALA8gOE](https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3240-manual-de-servicios-de-consultoria-para-el-invias/file?fbclid=IwAR1I6zEzv9asoQ0zXIfk0fzsgAOkcQgYPatlNAdXrAia_ZeJ5U88ALA8gOE)

Municipio de Cerinza (2020) Plan de desarrollo territorial municipio Cerinza Boyacá  
[https://cerinzaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/cerinzaboyaca/content/files/000336/16755\\_plan-de-desarrollo-alcaldia-20202023-unidos-lo-haremos-mejor.pdf](https://cerinzaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/cerinzaboyaca/content/files/000336/16755_plan-de-desarrollo-alcaldia-20202023-unidos-lo-haremos-mejor.pdf)

Fernandez S., Rodriguez L. (2011) Proposal for the integration of sustainability criteria in civil engineering projects: a case study.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/195204165.pdf>

Gaviria G. (2013) Diseño de un sistema de indicadores de sostenibilidad como herramienta en la toma de decisiones para la gestión de proyectos de infraestructura en Colombia.  
[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/1250/PaulaAndrea\\_GaviriaGaviria\\_2013.pdf](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/1250/PaulaAndrea_GaviriaGaviria_2013.pdf)

Pérez C., (2018) Modelo metodológico para evaluar el turismo en un programa territorial rural sostenible. Región funcional de timotes, estado Mérida, Venezuela.  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/111948/P%E9rez%20-%20MODELO%20METODOL%20D3GICO%20PARA%20EVALUAR%20EL%20TURISMO%20EN%20UN%20PROGRAMA%20TERRITOR>

[IAL%20RURAL%20SOSTENIBLE.R....pdf;jsessionid=5E22FA967A0CF67F8A789C833A49990F?sequence=1](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/7374/9559)

Bautista W., Díaz M., (2017) Caracterización de las cenizas volantes de una planta termoeléctrica para su posible uso como aditivo en la fabricación de cemento  
[https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/7374/9559](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/7374/9559)

Padilla A., (2012) Mezclas asfálticas  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-14.pdf?sequence=14>

Rios J., Caro D., (2019) diseño estructura de pavimento flexible vía terciaria del municipio del guamo tolima desde el barrio ifa hacia guamo chicoral hasta la “y” cruce hacia loma de luisa  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16864/4/2020\\_dise%C3%B1o\\_estructura\\_pavimento.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16864/4/2020_dise%C3%B1o_estructura_pavimento.pdf)

Arocutipa Y., (2014) Pavimento flexible  
<https://es.slideshare.net/yuditarocutiparias/pavimento-flexible>

Reyes L., Sierra J., Becerra J., (2020) Aplicación de caucho reciclado para uso en pavimento Rígido: Revisión, análisis y perspectivas de investigación.  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30434/2020linareyes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jaimes A., (2020) Guía para el diseño de pavimentos rígidos en vías urbanas con aplicación en municipios con poblaciones menores a 50 000 habitantes  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30448/2020Andresjaimes.pdf?sequence=1>

Sánchez F., (2016) Diseño de pavimentos de adoquines  
<https://es.slideshare.net/castilloaroni/mdulo-14-diseo-pavimentos-de-adoquines-fernando-sncchez-sabogal>

Sánchez F., (2016) Diseño de pavimentos asfálticos para calles y carreteras  
<https://es.slideshare.net/castilloaroni/mdulo-12-diseo-de-pavimentos-asfálticos-calles-y-carreteras-fernando-sncchez-sabogal>

Bravo F., Loja G., Moran W., Pulido S., (2019) Deterioro del pavimento y sus consecuencias para el tránsito vehicular en el Centro Poblado San Jacinto, Distrito De Nepeña, Ancash – 2019  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36459/B\\_B](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36459/B_B)

[ravo\\_LFW-Loja\\_VGE-Moran\\_MWJ-Pulido\\_ES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Wulf F., (2010) Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/401/publicacion\\_caf\\_soluciones\\_e\\_innovaciones-oct2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/401/publicacion_caf_soluciones_e_innovaciones-oct2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ortiz C., Pietro P., (2018) Caracterización de mezcla densa en caliente (mdc-25) con adición de calamina. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22875/1/PROYECTO%20FINAL%200CARACTERIZACI%C3%93N%20DE%20MEZCLA%20DENSA%20EN%20CALIENTE%20%28MDC-25%29%20CON%20ADICI%C3%93N%20DE%20CALAMINA.pdf>

INVIAS., (2015) Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella/file>

INVIAS., (2009) Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos y altos volúmenes de tránsito <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>

## ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta respondida por habitante del municipio

#### ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A. **Si**  
B. No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A. **Si**  
B. No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. Afecta la unidad de transporte  
B. **Afecta el desarrollo sostenible del municipio**
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A. **Si**  
B. No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A. **Si**  
B. No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿cuáles conoce usted?  
A. **Placa huella**  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. **Adoquines**  
F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A. **Placa huella**  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A. **Si**  
B. No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A. **Si**  
B. No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Carinza?  
A. **Placa huella**  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

*Anexo 2. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A. Si  
B. No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A. Si  
B. No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. Afecta la unidad de transporte  
B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A. Si  
B. No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A. Si  
B. No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A. Si  
B. No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A. Si  
B. No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerinza?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

*Anexo 3. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A. Sí  
B. **No**
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A. Sí  
B. **No**
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. Afecta la unidad de transporte  
B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A. Sí  
B. **No**
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A. Sí  
B. **No**
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. **No conozco ninguna**
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. **No conozco ninguna**
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A. Sí  
B. **No**
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A. Sí  
B. **No**
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de **Cerinsa**?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. **No conozco ninguna**

*Fuente. Propia*

Anexo 4. Encuesta respondida por habitante del municipio

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A.  Sí  
B.  No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A.  Sí  
B.  No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. Afecta la unidad de transporte  
B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A.  Sí  
B.  No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A.  Sí  
B.  No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
A. Placa huella   
B. Concreto rígido   
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente   
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido   
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A.  Sí  
B.  No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A.  Sí  
B.  No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerina?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E.  Adoquines  
F. No conozco ninguna.

Fuente. Propia

*Anexo 5. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
 A. SI  
 B. NO
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
 A. SI  
 B. NO
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
 A. Afecta la unidad de transporte  
 B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
 A. SI  
 B. NO
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
 A. SI  
 B. NO
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
 A. Placa huella  
 B. Concreto rígido  
 C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
 D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
 E. Adoquines  
 F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
 A. Placa huella  
 B. Concreto rígido  
 C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
 D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
 E. Adoquines  
 F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
 A. SI  
 B. NO
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
 A. SI  
 B. NO
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerissa?  
 A. Placa huella  
 B. Concreto rígido  
 C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
 D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
 E. Adoquines  
 F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

*Anexo 6. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A.  Sí  
B.  No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A.  Sí  
B.  No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A.  Afecta la unidad de transporte  
B.  Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A.  Sí  
B.  No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A.  Sí  
B.  No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
A.  Placa huella  
B.  Concreto rígido  
C.  Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D.  Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E.  Adoquines  
F.  No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A.  Placa huella  
B.  Concreto rígido  
C.  Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D.  Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E.  Adoquines  
F.  No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A.  Sí  
B.  No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A.  Sí  
B.  No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Catinsa?  
A.  Placa huella  
B.  Concreto rígido  
C.  Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D.  Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E.  Adoquines  
F.  No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

Anexo 7. Encuesta respondida por habitante del municipio

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?
  - A.  Sí
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?
  - A.  Sí
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?
  - A.  Afecta la unidad de transporte
  - B.  Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?
  - A.  Sí
  - B.  No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?
  - A.  Sí
  - B.  No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F.  No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F.  No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?
  - A.  Sí
  - B.  No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?
  - A.  Sí
  - B.  No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerinsa?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F.  No conozco ninguna.

Fuente. Propia

*Anexo 8. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?
  - A. Sí
  - B. No
  
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?
  - A. Sí
  - B. No
  
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?
  - A. Afecta la unidad de transporte
  - B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
  
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?
  - A. Sí
  - B. No
  
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?
  - A. Sí
  - B. No
  
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.
  
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.
  
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?
  - A. Sí
  - B. No
  
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?
  - A. Sí
  - B. No
  
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de ~~Cristina~~?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

*Anexo 9. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?
  - A. Sí
  - B. No
  
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?
  - A. Sí
  - B. No
  
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?
  - A. Afecta la unidad de transporte
  - B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
  
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?
  - A. Sí
  - B. No
  
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?
  - A. Sí
  - B. No
  
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.
  
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.
  
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?
  - A. Sí
  - B. No
  
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?
  - A. Sí
  - B. No
  
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerrina?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

Anexo 10. Encuesta respondida por habitante del municipio

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?
  - A. Si
  - B. No
  
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?
  - A. Si
  - B. No
  
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?
  - A. Afecta la unidad de transporte
  - B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
  
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?
  - A. Si
  - B. No
  
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?
  - A. Si
  - B. No
  
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.
  
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.
  
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?
  - A. Si
  - B. No
  
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?
  - A. Si
  - B. No
  
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cesina?
  - A. Placa huella
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

Anexo 11. Encuesta respondida por habitante del municipio

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A. Sí   
B. No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A. Sí   
B. No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. Afecta la unidad de transporte   
B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A. Sí   
B. No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A. Sí   
B. No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
A. Placa huella   
B. Concreto rígido   
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente   
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío   
E. Adoquines   
F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A. Placa huella   
B. Concreto rígido   
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente   
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío   
E. Adoquines   
F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A. Sí   
B. No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A. Sí   
B. No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerrinza?  
A. Placa huella   
B. Concreto rígido   
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente   
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío   
E. Adoquines   
F. No conozco ninguna.

Fuente. Propia

*Anexo 12. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A. **Si**  
B. No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A. Si  
B. **No**
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. **Afecta la unidad de transporte**  
B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A. Si  
B. **No**
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A. Si  
B. **No**
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. **No conozco ninguna.**
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. **No conozco ninguna.**
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A. Si  
B. **No**
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A. Si  
B. **No**
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de ~~Cecinsa~~ **Cecinsa**?  
A. Placa huella  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. **No conozco ninguna.**

*Fuente. Propia*

*Anexo 13. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?  
A. Si  
B. No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?  
A. Si  
B. No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?  
A. Afecta la unidad de transporte  
B. Afecta el desarrollo sostenible del municipio
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?  
A. Si  
B. No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?  
A. Si  
B. No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?  
A. Placa huelela  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?  
A. Placa huelela  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?  
A. Si  
B. No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?  
A. Si  
B. No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Cerinza?  
A. Placa huelela  
B. Concreto rígido  
C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente  
D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío  
E. Adoquines  
F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*

*Anexo 14. Encuesta respondida por habitante del municipio*

ENCUESTA SOBRE ALTERNATIVAS

1. ¿El acceso al mirador turístico es complicado para ustedes los usuarios?
  - A. **Si**
  - B. No
2. ¿El mal estado de la vía provoca una imagen desfavorable?
  - A. **Si**
  - B. No
3. ¿Cómo le afecta el estado actual del acceso al mirador turístico?
  - A. Afecta la unidad de transporte
  - B. **Afecta el desarrollo sostenible del municipio**
4. ¿Considera usted que para acceder al mirador turístico es necesaria la construcción de una infraestructura de pavimentos?
  - A. **Si**
  - B. No
5. ¿Cree usted que con la construcción de la infraestructura de pavimentos mejorara el desarrollo turístico del municipio?
  - A. **Si**
  - B. No
6. De las siguientes alternativas de pavimentos ¿Cuáles conoce usted?
  - A. **Placa huella**
  - B. **Concreto rígido**
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. **Adoquines**
  - F. No conozco ninguna.
7. ¿Cuál considera que es el mejor método para pavimentar la vía?
  - A. **Placa huella**
  - B. concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.
8. ¿Cree usted que al pavimentar la vía, dará beneficios a la población?
  - A. **Si**
  - B. No
9. ¿Considera usted que la construcción de esta vía sea amigable con el ambiente?
  - A. **Si**
  - B. No
10. ¿Cuál es la mejor alternativa bajo criterios de sostenibilidad para el acceso vial a un mirador turístico para el Municipio de Carijasa?
  - A. **Placa huella**
  - B. Concreto rígido
  - C. Pavimento flexible-mezclas densas en caliente
  - D. Pavimento flexible-caucho rígido en frío
  - E. Adoquines
  - F. No conozco ninguna.

*Fuente. Propia*