

**UTILIZACIÓN DEL PROCESO WHITETOPPING PARA LA PROTECCIÓN DE LAS  
CAPAS INFERIORES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PEAJE PIPIRAL EN LA VÍA  
BOGOTÁ – VILLAVICENCIO.**

**ALEJANDRO ACERO MORENO**

**TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE OBRAS CIVILES Y CONSTRUCCIONES  
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**

**2020**

**UTILIZACIÓN DEL PROCESO WHITETOPPING PARA LA PROTECCIÓN DE LAS  
CAPAS INFERIORES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PEAJE PIPIRAL EN LA VÍA  
BOGOTÁ – VILLAVICENCIO.**

**ALEJANDRO ACERO MORENO**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE TECNOLOGO EN  
GESTIÓN DE OBRA CIVIL Y CONSTRUCCIONES**

**DIRECTOR: LEIDY BRISECTH PARDO ABRIL**

**TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE OBRAS CIVILES Y CONSTRUCCIONES  
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**

**2020**

## RESUMEN

El trabajo de investigación denominado “UTILIZACIÓN DEL PROCESO WHITETOPPING PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CAPAS INFERIORES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PEAJE PIPIRAL EN LA VÍA BOGOTÁ – VILLAVICENCIO” se realizará con el fin de Diagnosticar el método de recuperación de pavimentos asfálticos para la plataforma del peaje como una alternativa eficiente y con una durabilidad aproximada de 30 años.

El uso de Whitetopping permite que se realice un empalme de manera rápida para la recuperación en la vía con desgastes funcionales y estructurales dentro del terreno asfáltico, generando un periodo de tiempo mas largo en su vida útil, reduciendo los costos que se presentan en los mantenimientos, modificando las imperfecciones totales en los perfiles longitudinales como en los transversales, logrando optimizar el nivel de servicio en la vía, lo que lleva a alcanzar el buen paso del flujo vehicular que se presenta en la vía para lograr conectar las comunidades de la zona.

**Palabras Claves:** Whitetopping, pavimentos rígidos, pavimentos flexibles, carpeta asfáltica, losas de concreto, material granular.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVO ESPECIFICO .....</b>	<b>8</b>
<b>Alcances .....</b>	<b>8</b>
<b>Limitaciones.....</b>	<b>9</b>
<b>6. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO .....</b>	<b>9</b>
<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>14</b>
<b>9.2 ANTECEDENTES .....</b>	<b>15</b>
INTERNACIONALES .....	15
NACIONALES .....	16
<b>9.3 BASES TEÓRICAS.....</b>	<b>17</b>
9.3.1 Pavimentos asfálticos .....	18
9.3.2 Composición interna del suelo. ....	18
9.3.3 Deformación en el suelo .....	18
9.3.4 Funciones de una estructura de pavimento .....	19
9.4 Formulación de Hipotesis .....	20
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
<b>MUESTRA DE ESTUDIO .....</b>	<b>24</b>
<b>EVIDENCIAS .....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>40</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Conjunto de Capas de una Vía.....	10
Ilustración 2. Tipos de Recubrimientos. ....	13
Ilustración 3. Presiones Verticales Ejercidas por las llantas. ....	19
Ilustración 4. Delimitación de tramos de Peaje Pipiral en la Vía Bogota - Villavicencio. ....	24
Ilustración 5. Compactación de la Base. ....	25
Ilustración 6. Nombre .....	26
Ilustración 7. Memoria de cálculo Materiales Asfálticos MDC-25 de Soporte.....	30
Ilustración 8. Memoria de cálculo de Materiales granulares de Soporte. ....	31
Ilustración 9. Riego de concreto y conformación de la losa. ....	32
Ilustración 10. Vibro compactación de la base para imprimación.....	32
Ilustración 11. Conformación de base granular .....	33
Ilustración 12. Imprimación con lechada asfáltica y primera capa de asfalto .....	33
Ilustración 13. Instalación de carpeta asfáltica .....	34
Ilustración 14. Nivelación y céreo de base granular .....	34
Ilustración 15. Toma densidades al asfalto y muestra de material .....	35
Ilustración 16. Imprimación asfáltica con continuidad a las losas de concreto .....	35
Ilustración 17. Emboquilla miento y conformación de la losa de concreto.....	36
Ilustración 18. . Plataforma en MR o losas de concreto.....	36
Ilustración 19. . Unión MR con vía en asfalto .....	37

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la construcción de la plataforma para el peaje pipiral en la vía bogotá - villavicencio”, aún no se logra implementar soluciones a los problemas el cual el tramo de la carretera es uno de lo más peligrosos y en la temporada de lluvias los problemas en la vía tienden a ser más frecuentes, una investigación realizada por la revista, Pulzo, “los ambiente viales urbanos son muy frecuentes las necesidades de mantenimiento del asfalto, que en tantas ocasiones se desagrega y deforma, conllevando riesgos de accidentes viales” (2019). El desarrollo constante que ha tenido la construcción del peaje en la vía el Pipiral, ya que conecta a la ciudad de Bogota con Villavicencio y son reconocidas como el centro de actividades comerciales y servicios de los Llanos Colombianos, por otro lado, El instituto Nacional de Vías, reporta que los trabajos en la vía Villavicencio – Pipiral han sido interrumpidos por varios derrumbes con flujo de lodos y el hundimiento de un tramo de la calzada entre los kilómetros 83+500 y 86+500, sector conocido como Servitá (Mintransporte, 2019).

La via Bogotá - Villavicencio es de suma importancia la cual facilita el enlace para estas dos ciudades del centro del país, el cual son grandes centros de consumo; por lo que se ha visto afectada al aumento en el transito de carros livianos y pesados son bastantes altos. Esta vía no tiene un plan de mantenimiento rutinario, y por ende se presentan varios deslizamientos, fuertes lluvias constantes, humedad, dando como resultado una vía inestable, esto ha perjudicado la movilidad por el mal estado de la vía provocando la disminución de la vida útil del pavimento.

Actualmente, para dar solución a las fallas en el asfalto, según, Ureta, el uso de un pavimento flexible implica que el costo inicial del pavimento sea menor que el de un pavamiento rigido, pero basándonos en la experiencia en cuanto a la performance de cada tipo de pavimento, con el segundo tipo se podra tener mayor tiempo de vida útil y menos gastos por reparaciones, lo que se resumen en un costo inicial ligeramente mayor y un ahorro muy considerable a la larga (2018, p. 23).

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

**¿MEDIANTE EL USO DEL PROCESO WHITETOPPING, ES POSIBLE PROLONGAR LA DURABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA PARA EL PEAJE PIPIRAL EN LA VÍA BOGOTÁ – VILLAVICENCIO.?**

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Las estructuras que conforman la metodología Whitetopping, según, Andrade y Franco, explican sobre “el potencial para convertir en una solución de pavimento rentable para autopistas con altos y elevados volúmenes de tráfico. Los mismos cuando se comparan con los pavimentos flexibles o rígidos tradicionales, se convierten en una alternativa rentable porque pueden proporcionar mejores niveles de rendimiento, tanto a nivel estructural como funcional” (2019, p. 21). Por otro lado, Escobar, Garcés, Giraldo y Hidalgo, explican que, “Es importante proporcionar información y asesoramiento sobre la inspección vial para pavimentos rígidos, el cual aportan criterios de los cuales se pueden sugerir alternativas de solución que faciliten el mejoramiento de los tramos, como es la clasificación de los daños y el proceso de control” (2019, p. 18).

De otra modo, Ureta, explica que con “El transcurso del tiempo, los pavimentos asfálticos se ven afectados por diferentes factores ocasionando diferentes tipos de fallas y este fenómeno se presenta con mayor frecuencia en zonas de gran circulación vehicular, lo que ocasiona que los gastos de reparación y mantenimiento sean elevados” (2019, p. 24). Según De la Cruz, “Antes de la aplicación del hormigón para el whitetopping, se recomienda una reparación del pavimento existente, para proporcionar la uniformidad necesaria, aunque ya colocado el Whitetopping no se refleje el estado del asfalto, pueden dar lugar a diferentes tipos de fallas en el sistema” (2016, p. 27)

Con el presente proyecto de investigación se pretende realizar un Diagnóstico en el proceso Whitetopping, para la protección de las capas inferiores en la construcción del peaje en la vía el Pipiral, en la que se permita verificar la vida útil del pavimento rígido el cual este diseñado para 30 años, esto permite establecer los principios del desgaste rápido del pavimento rígido, así como el uso de la metodología Whitetopping para generar un plan de mantenimiento vial. La vía el

pipiral no tiene un programa de mantenimiento establecido el cual, afecta de manera directa a todos los usuarios de la vía, debido al riesgo, las fuertes lluvias, los deslizamientos con lodos, que implica un alto riesgo de transitar.

Finalmente, lo anterior expuesto es muy importante ya que existe una correlación entre todos los tipos de Whitetopping y la reducción en los gastos de mantenimientos; en la que esta investigación beneficiara a la Universidad Abierta y A Distancia UNAD Seccional Ocaña, el cual tendrá disponibilidad de toda la información recolectada y así lograr contribuir con investigaciones futuras.

### **OBJETIVO GENERAL**

Diagnosticar el proceso whitetopping, para la protección de las capas inferiores prolongando la durabilidad en la construcción del peaje pipiral en la vía bogotá – villavicencio.

### **OBJETIVO ESPECIFICO**

- Identificar las ventajas y beneficios del uso de Whitetopping en la construcción de la plataforma para el peaje el Pipiral.
- Analizar los procesos para la protección en las capas inferiores de construcción para las plataformas para el peaje el Pipiral para contrarrestar la humedad.
- Establecer la influencia de los diferentes tipos de técnicas de adherencia Whitetopping para la construcción del peaje el Pipiral.

### **Alcances**

Para el desarrollo de los objetivos planteados en el presente documento, se establece como principal alcance el documento con la viabilidad de la Utilización del proceso Whitetopping, para la protección de las capas inferiores prolongando la vida útil del peaje pipiral que se encuentra entre las ciudad de Bogotá – Villavicencio, logrando satisfacer la movilidad y el transporte de alimentos entre otros.

El presente proyecto contendrá cálculos realizados mediante la información obtenida por medio de las visitas a campo e información secundaria aportada por la Alcaldía local, el cual seran de



gran ayuda para lograr realizar un Diagnóstico de la mejor manera en la que se pueden utilizar los procesos de Whitetopping.

## **Limitaciones**

- No se podrá aplicar el proceso, si el pavimento asfáltico está muy deteriorado.
- Si existen cantidades sustanciales deben ser retiradas antes de la rehabilitación.

## **6. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO**

### **6.1 Marco Conceptual**

#### **6.1.1 Perfil de suelos**

Es una columna donde se aprecian los diferentes estratos del suelo la cual obtienen la información de la perforación, datos de reconocimiento geofísica o bien de cortes naturales del terreno, mediante el cual se puede reformar la estratigrafía del subsuelo de acuerdo a la profundidad que demanda el proyecto, se realiza un esquema donde se aprecia espesor de la capa, color y nombre. (Duque, Vásquez y Orrego, 2019, p. 31)

#### **6.1.2 Consistencia del suelo**

La consistencia del suelo según, Duque, Vásquez y Orrego, son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites de rango de humedad donde el suelo se mantiene en estado plástico con ellos es posible clasificar el suelo en el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (USCS) (2019, p. 31). Se dividen en 3 tipos:

- 1. Límite Líquido (WL o LL):** Contenido de humedad del suelo en el estado límite entre el estado semilíquido y plástico.
- 2. Límite plástico (WP o LP):** Es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semisólido y plástico.

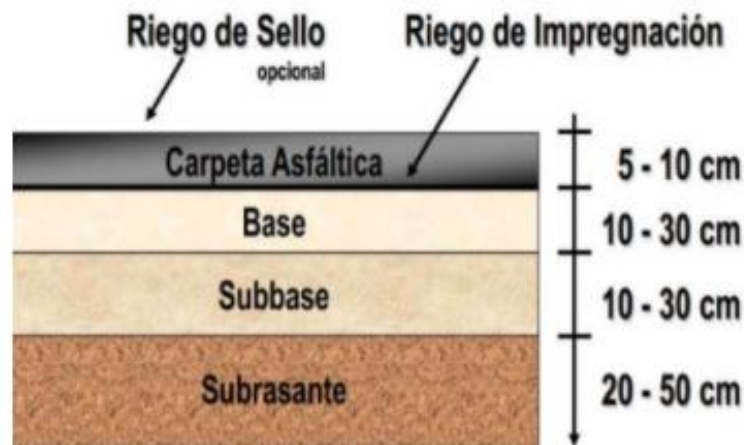
3. **Índice de plasticidad (IP):** Es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico.

### 6.1.3 Subrasante

Puede ser constituida por suelos en estado natural o con algún proceso de mejoramiento, como lo es la estabilización mecánica que consiste en aplicar cargas para reducir los espacios vacíos entre partículas de la estructura del suelo y así aumentar la capacidad portante. La estabilización química consiste en agregar un aditivo que mejora las propiedades físicas y mecánicas del material, haciendo que las partículas queden cementadas con el aditivo, aumentando la resistencia a la compresión y reduciendo la deformación. De la calidad de la subrasante depende que los espesores en el pavimento sean de menor tamaño, en el caso de las vías de tercer orden, la capa de rodadura es la misma; por eso se busca que tenga una buena calidad para evitar problemas de circulación debido a las deformaciones que puedan presentarse (Duque, Vásquez y Orrego, 2019, p. 32-33).

Ilustración 1. Conjunto de Capas de una Vía.

Fuente: <http://www.civilneting.com/postDetail/proceso-constructivo-del-pavimento-flexible>



Desde tiempos remotos la capa Subrasante en el proceso constructivo del pavimento flexible el cual la capa de Terreno Natural sirve de cimiento a la estructura del pavimento. También puede tratarse de una capa adicional que de mayor estabilidad al terreno natural a la cual denominamos Sub-rasante mejorada (Wong, 2019).

#### **6.1.4 Subbase**

Es el elemento de la estructura del pavimento cuya función es soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento. La subbase se encargará de controlar cambios de volumétricos y de elasticidad dañinos para el pavimento. Adicionalmente ayuda para el drenaje y controla el ascenso del agua por capilaridad, generalmente se usan materiales granulares (Zarate, 2019, p. 24).

Por otro lado, Wong, (2019), explica que, cumple una función económica, ya que permite la utilización de materiales de menor calidad en un porcentaje del espesor del pavimento. Por lo tanto, dependiendo de la calidad y el costo del material disponible, se puede utilizar sólo base o sub-base y base. Además, con la construcción de la subbase, posiblemente el espesor final de la capa sea mayor, aún así resultaría en un diseño más económico.

#### **6.1.5 Base**

Es una capa de materiales que se sienta sobre la subbase, generalmente está compuesto por materiales granulares, también puede estar compuestas por mezclas con cal, cemento o materiales bituminosos (base estabilizada). Los materiales que componen la base son de características de calidad más exigentes que los materiales utilizados para la subbase. La capa de base está diseñada para absorber los esfuerzos transmitidos desde la capa de rodadura y que son producidos por las cargas vehiculares. Adicional la base mejora el drenaje evitando que las aguas que ascienden por capilaridad y que atraviesan la subbase o subrasante, y que impide su paso hacia la capa de rodadura. (Zarate, 2019, p. 24).

#### **6.1.6 Pavimento**

Es una estructura que está compuesta por una serie de capas que contienen materiales adecuados para cumplir con especificaciones técnicas permitiendo garantizar su resistencia y durabilidad; la estructura de apoyo de estas capas es la subrasante que a su vez sirve como fundación y soporta las cargas y esfuerzos continuos del tránsito durante el periodo de diseño,

esta estructura puede ser natural o estar compuesta por diferentes materiales de relleno que deben ser compactados y tener con una resistencia al esfuerzo cortante apropiada (Sierra, 2017, p. 17).

### **6.1.7 Whitetopping**

Se conoce como Whitetopping al recubrimiento de hormigón realizado con cemento portland, construido en la parte superior de un sistema de pavimento asfáltico existente. Tratándose de una solución bicapa con materiales cuyas propiedades son disímiles y donde su comportamiento estructural depende del vínculo de adherencia que tengan entre ambos materiales (De la Cruz, 2016, p. 25).

### **6.1.8 Clasificación Whitetopping**

Los modelos de Whitetopping se pueden clasificar mediante a su espesor y la adherencia con el HMA (De la Cruz, 2016):

- **Whitetopping Convencional (CWT):** “Recubrimiento de hormigón con un espesor de 200mm (8 pulg) o más, diseñada y construida sin consideración a la adherencia entre el hormigón y el pavimento Asfáltico” (De la Cruz, 2016).
- **Whitetopping Delgados (TWT):** “Recubrimiento de hormigón con un espesor de más de 100mm (4 pulga) y menos de 200 mm (8 pulg). En la mayoría, pero no todos los casos, este whitetopping se ha diseñado y construido con una unión intencional para el pavimento asfáltico (HMA)” (De la Cruz, 2016).
- **Whitetopping Ultra Delgados (UWT):** “Recubrimiento de hormigón con un espesor igual o inferior a 100mm (4pul). Este Whitetopping requiere una adherencia con el HMA para lograr un buen desempeño” (De la Cruz, 2016).

Ilustración 2. Tipos de Recubrimientos.



Fuente: (De la Cruz, 2016, p. 26)

## ESTADO DEL ARTE

El desarrollo en la industria de construcción de pavimentos, según De la Cruz, (2016), cada vez propone nuevas técnicas y diseños en los que se pueda ejecutar y garantizar la durabilidad en las capas inferiores del pavimento. El cual tienen grandes ventajas para una adecuada adherencia entre el asfalto y el hormigón, garantizando la resistencia para vehículos pesados y disminuyendo la posibilidad de que existan deslizamientos entre las capas bajo cargas.

La tecnología White topping (WT) para Luna, García & Orta, (2019), son nuevos en teoría para la construcción de vías, el cual consisten en la aplicación de una losa de hormigón hidráulico hecho con Cemento Portland P – 35 generalmente, que varía desde 50 mm (thin WT y ultra thin WT) a 200 – 250 mm de espesor de concreto, que esta superpuesta en la parte superior del pavimento asfáltico existente. En la que la experiencia que se ha tenido implementando ha demostrado que, el ciclo de vida es demasiado más corto cuando aplican capas de superficie hechas de hormigón asfáltico caliente, ya que el deterioro estructural y rugosidad decrecen rápidamente.

En la actualidad el estudio de los pavimentos, para Mandamiento (2018), esta en detectar la relación entre la aplicación tecnológica y métodos de construcción en el que sea efectivo los procesos Whitetopping de pavimentación, por el cual se reducen los tiempos de construcción, menor costos, efectuando un análisis y estudio adecuado antes de la construcción. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el proyecto esta basado en Utilizar el procesos Whitetopping mas adecuado para la construcción del peaje Pipiral Vía Bogotá – Villavicencio.

## 9.2 ANTECEDENTES

### INTERNACIONALES

En la ciudad de Cuenca, Ecuador, se desarrollo un proyecto de Grado titulado “Plan de mantenimiento vial Biblián -Zhud, en los tramos de pavimento rígido”, el cual tiene como objetivo general Determinar las causas que provocan el deterioro temprano en el pavimento de la vía Biblián – Zhud, y desarrollar soluciones para la intervención en el pavimento rígido. Teniendo como alcance determinar las cargas vehiculares que soporta el pavimento, realizando un estudio de tránsito, mediante el uso de cámaras digitales (Zárate, 2019, p. 19)

Como resultado del presente trabajo se determinan las características estructurales del pavimento, logrando obtener en varios sitios de la carretera los modulos de elasticidad bajos, por lo que se requiere rehabilitar el pavimento, más no mantenimiento. Llegando a la conclusión que existen varias maneras y causas para que el deterioro de la carretera sea temprano, entre unas de ellas la mala calidad del drenaje, la falta de mantenimiento programado, entre otras (Zárate, 2019, p. 2).

En la ciudad de Tacna, Perú, se desarrollo un proyecto de grado titulado “Utilización de Ultra-Thin Whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la Ciudad de Tacna”, teniendo como obojtivo principal de la investigación, Proponer el método Ultra – Thin Whitetopping como método eficiente y definitivo de rehabilitación para pavimentos asfalticos en el distrito de Tacna. El cual mediante la implementación de esta metodologia se lograria la rehabilitación de la estructura vial de manera mas rapida y reduciendo costos (Ureta, 2018, p. 25).

El autor para concluir, explica que los estudios realizados con la metodologia Ultra – Thin Whitetopping es una alternativa no solo viable sino tambien es sostenible con la finalidad de rehabilitar la red vial local, los beneficios que trae consigo el uso del UTW es que logran realzar la calidad de vida de la red vial, tambien colaborando con el factor de iluminacion, tiempo de reparación y facilidad de proceso constructivo (Ureta, 2018, p. 127).

En la ciudad de Juliaca, Perú, se desarrollo un proyecto de grado que lleva como titulo Aplicación de la Metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la AV. Aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017; el cual tiene como objetivo, Realizar la evaluación del estado de conservación del pavimento flexible a nivel superficial de la AV. Aviación, aplicando el método PCI mediante el cual se podrá determinar si la vía apta para brindar adecuadas condiciones para los usuarios (Coari, 2017, p. 22).

El autor concluye que la intervención para la Rehabilitación mediante la técnica de Whitetopping el cual es una capa de cemento portland construido sobre un pavimento asfaltico existente con daños superficiales; en la que mejorará el nivel de servicio a nivel superficial del pavimento flexible de la ciudad de Juliaca (Coari, 2017, p. 129).

## **NACIONALES**

En la ciudad de Bogotá, Colombia, se desarrollo un proyecto de grado titulado “Metodologia para la viabilidad de la construcción del tramo de vía rural Santa barbara – Pasquilla localidad de Ciudad Bolivar (Bogotá)”, el cual tiene como objetivo principal proponer una metodología de una vía que garantice transporte de los productos cultivados y la movilizacion de los habitantes en la vereda Santa Bárbara – Pasquilla (Pulido, 2019, p. 27).

Para concluir Púlido, explica que de acuerdo a la información obtenida con los recorridos y las visitas realizadas en la vereda de Santa Bárbara Pasquilla, este tramo de Vía se identifico como una vía terciaria, de acuerdo al tipo de flujo vehicular que se presenta, a su vez se observó la necesidad de su intervención, ya que para el paso de los camiones y carros es complejo el transporte por la vereda, pero necesario para la sostenibilidad de los habitantes (2019, p. 71).

En la ciudad de Pereira, Colombia, se desarrollo un proyecto titulado Inspección visual de pavimento rígido desde calle 2 este #11B13 iglesia San Antonio de Padua Hasta Cra 13 este 12ª # 116 centro de interpretación ambiental de la carder y desde calle 7ª este # 11 – 17 Cai



Kennedy hasta Cra 13 este 12<sup>a</sup> # 116 Iglesia de San Antonio de Padua, el cual tiene como objetivo general Realizar la inspección visual del tramo vial de pavimento rígido en el tramo, Iglesia San Antonio de Padua hasta el centro de Interpretación Ambiental de la CARDER de la ciudad de Pereira, Risaralda, Colombia. El cual obtiene información importante y asesoramiento sobre la inspección vial para pavimentos rígidos, también aporta criterios de los cuales pueden sugerir alternativas de solución. (Escobar, Garcés, Giraldo y Hidalgo, 2019, p. 18).

En la ciudad de Pereira, Colombia, se desarrolló un proyecto de grado titulado Mejoramiento de Subrasante en vías de tercer orden, el cual tiene como objetivo Evaluar el cemento como aditivo estabilizante en la capa de subrasante para la Vía Llano Grande, jurisdicción del municipio de Pereira – Risaralda, la cual tuvo como propósito hacer una intervención en la subrasante en un periodo en el que la vía se encuentre en óptimas condiciones, realizando una estabilización con cemento aumentando la vida útil (Duque, Vásquez y Orrego, 2019, p. 20).

El autor logró concluir que el cemento es un material más fino que los suelos de estudios, este se adhiere y envuelve las partículas, la pasta de cemento en su punto de contacto generando mayor impermeabilidad, debido a este proceso los cambios volumétricos por presencia de agua se reducen. Esto con el fin de que al aumentar el porcentaje de cemento se debe hacer un aumento en el porcentaje de humedad, debido a que el cemento tiene una reacción que libera calor, por lo que se produce una pérdida en el porcentaje de humedad (Duque, Vásquez & Orrego, 2019, p. 129).

### **9.3 BASES TEÓRICAS**

Teniendo en cuenta el avance que han tenido las circunstancias para el perfeccionamiento a los cuales se han visto sometidos los terrenos en Colombia y el crecimiento poblacional, se presenta la condición para constituir los medios de transporte que suplan las necesidades de acuerdo a las circunstancias particulares de región, entre esos factores de tipo económico, político y social.

### 9.3.1 Pavimentos asfálticos

Se entiende por pavimento asfáltico o flexible todo aquel que está compuesto por una mezcla asfáltica como material ligante (cemento asfáltico, emulsiones o asfaltos cortados) y un componente granular (gravas trituradas, filler o relleno mineral, arena, etc) que es capaz de soportar cierto nivel de deformación elástica trabajando como un elemento conjunto sin romperse, también que tiene como característica que sus componentes van reduciendo su resistencia conforme el nivel se acerca más a la subrasante. (Ureta, 2018, p. 26)

### 9.3.2 Composición interna del suelo.

Es la disposición y el estado de agregación de las partículas del suelo. Las partículas más finas por su contenido de humedad suelen estar unidas formando agregados o grumos, los espacios vacíos entre sí, se llaman poros; por los que circula aire y agua. Dependiendo de la cantidad de espacios vacíos en la estructura del suelo se permite la permeabilidad, deformación ante fueras y el uso que se le puede dar. Dentro de la estructura del suelo el aire ocupa la mayoría de espacios vacíos y el agua ocupa los poros más diminutos que hay expuestos en el suelo (Duque, Vásquez y Orrego, 2019, p. 22).

### 9.3.3 Deformación en el suelo

Los tipos de deformaciones que se puede producir, cada suelo tiene una característica diferente y un módulo de elasticidad. Haciendo referencia a un diagrama de esfuerzo versus deformación unitaria, la zona elástica es cuando el suelo incurre en una deformación y es capaz de recuperar su forma original, sin producir efectos adversos sobre lo que se está soportando. Existen diversos tipos de deformaciones, Según Duque, Vásquez y Orrego, existen diversos tipos de deformaciones, se dividen en las siguientes:

- **Deformación volumétrica:** cuando se cambia de volumen y se mantiene la misma forma, cambia la distancia entre partículas manteniendo la distancia entre partículas.

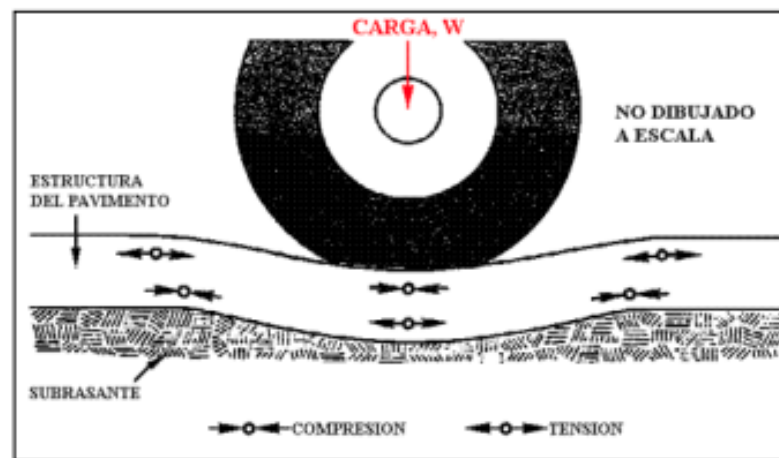
- **Deformación desviadora o distorsión:** cambio de forma a volumen constante, cambia la posición relativa entre partículas. (Duque, Vásquez y Orrego, 2019, p. 24),
- **Deformación = Deformación volumétrica + Deformación desviadora.**
- **Asentamiento:** El suelo tiene unos esfuerzos normales de confinamiento, cuando se le aplica una carga para la cual no está capacitado para soportar con el tiempo incurrirá en asentamiento (deformaciones permanentes).
- **Consolidación unidimensional:** proceso de reducción de volúmen por disminución de espacios vacíos del suelo, diferido en el tiempo, provocado por el incremento de tensiones efectivas verticales.

### 9.3.4 Funciones de una estructura de pavimento

La estructura debe proporcionar al usuario una área de rodadura que sea sólida, inquebrantable y cuyas características subsistan en el período establecido de operación. Los pavimentos deben tener una textura apropiada para el rodamiento con una fricción tal de su superficie de rodadura, que evite el deslizamiento y un color adecuado para evitar los reflejos y deslumbramientos. El pavimento debe ser resistente a la fatiga procedente por las cargas del tránsito previsto durante un período suficientemente largo de tiempo (Serna, 2019, p. 29).

Ilustración 3. Presiones Verticales Ejercidas por las llantas.

Fuente: (Serna, 2019, p. 29).



Debe proteger a la subrasante de la acción del clima: precipitaciones, cambio de temperatura, acción erosiva del viento, heladas y deshielos, entre otros. El pavimento debe presentar un balance entra la satisfacción de requisitos de resistencia y estabilidad en general, por un lado, y el costo, por otro (Serna, 2019, p. 29).

#### **9.4 Formulación de Hipotesis**

La utilización de la metodología Whitetopping para la rehabilitación en el el peaje pipiral en la vía bogotá – villavicencio, optimiza el uso de los recursos que se invierten, comparados con los pavimentos de concreto asfáltico, mejorando la estructura y la efectividad con la que se realiza el proceso en los diferentes tipos de fallas superficiales que se presentan.

### **METODOLOGIA**

El proyecto de acuerdo a las características, se empleará de tipo cuantitativa con un enfoque descriptivo. De acuerdo a lo explicado por, Rodriguez, Erazo, y Narvárez, tienen como objetivo “Cuantificar los resultados, deben ser estadísticamente representativas mediante la aplicación de un muestreo representativo, de tal forma que, la información obtenida pueda sacar conclusiones estadísticas de la población en estudio” (2019, p. 4). Por otro lado, Valdiviezo, explica que la investigación cuantitativa es aquella que: “Se encarga de la recopilación y análisis de información, se pone a prueba o comprueba mediante hipótesis, para lo cual utiliza un análisis estadístico basada en valores numéricos, lo cual tiene como propósito explicar el fenómeno estudiado” (2019, p. 8).

El enfoque que toma es de forma Descriptivo, en el que se toma el planteamiento hecho por, Valdiviezo, el cual explica como su nombre lo indica: “Describe las características o funciones de personas o cosas en un determinado espacio y en tiempo real, es requerido para obtener datos relevantes y precisos que han sido descubiertos por las investigaciones exploratorias” (2019, p. 9).

1. CRONOGRAMA												
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Objetivo 1 Realizar Análisis												
Act 1. Identificar Estándares												
Act 2. Análisis												
Objetivo 2 Analizar Procesos												
Act 1. Integrar componente s												
Act 2. Elaborar Documento												
Objetivo 3 Proponer Plan												
Act 1. Aplicación												
Act 2. Documenta ción												

2. RECURSOS NECESARIOS		
RECURSO	DESCRIPCION	PRESUPUESTO (\$)
Equipo Humano	<p><b>Proponente:</b> Costo Día: 45.000 9 Horas semanal 4 Semanas</p> <p><b>Director:</b> Costo Día: 70.000 9 Horas semanal 4 Semanas</p>	<p><b>Proponente:</b> \$ 1.620.000</p> <p><b>Director:</b> \$ 2.520.000</p>
Equipos y Software	<p>1 Computador Portátil Hp 2 Memoria Usb</p>	<p>\$ 1.500.000 \$ 50.000</p>

Viajes y Salidas de Campo	2 Salida de campo x 4 Semanas 1 Viaje = \$ 70.000 x 8	<b>\$ 560.000</b>
Materiales y suministros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base</li> <li>• Sube base</li> <li>• Relleno terraplén 7</li> <li>• Piedra filtro</li> <li>• Geotextil</li> <li>• Malla electrooldada</li> <li>• MC10</li>   <li>• Vibrocompactador</li> <li>• Retrocargador</li> <li>• Volquetas</li> <li>• Motoniveladora</li> <li>• Plataforma vibratoria</li> </ul> <p>Topografía Madera (5x5) Herramientas menores La estructura de vía principal para el proyecto para instalar capa de asfalto y MR es: .20 de sub base .08cm asfalto .29cm Sub base 56mx48mx.20x(1.3%) índice de compactación: 698.88m<sup>3</sup> Asfalto 56mx48mx.08cmx(no se el índice de compactación del asfalto) 215.04m<sup>3</sup> Concreto 56mx48x.29m:779.53m<sup>3</sup> Concreto MR Asentamiento 3.4" Canastillas con yolis o canastillas de barras de tranferencia en cada junta</p>	
Bibliografía	Se utilizaran proyectos de grados relacionados con el tema, articulos, revistas, y información de internet.	\$ 0
<b>TOTAL</b>		

### 3. RESULTADOS O PRODUCTOS ESPERADOS

<b>RESULTADO/PRODUCTO ESPERADO</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>BENEFICIARIO</b>
Conservación de superficies de rodamiento	Comunicación entre comunidades y sitios de interés.	Comunidad que se empleara en el cobro y administración del peaje
Conservación del impacto ambiental	Reducción de daño ambiental en la zona.	Especies nativas, y sociedad con la creación de proyectos ambientales
Vida útil de la Vía el Pipiral 30 años utilizando la metodología Whitetopping	Espesor resultante del pavimento.	Usuarios de la vía y la concesión
Reducción de gastos y deterioros continuos a lo largo de la vida útil del pavimento.	Disminución de costos de reparación y accidentes causados por la condición del pavimento.	La concesión y la sociedad al tener una obra de calidad

## MUESTRA DE ESTUDIO

Las vías sobre la cual se ha realizado la presente investigación significan un muestreo de toda la zona del peaje Pipiral en la Vía Bogotá – Villavicencio, con el fin de dar mayor detalle a los diseños, el cual corresponde a la intersección del corredor vial Bogotá – Villavicencio.

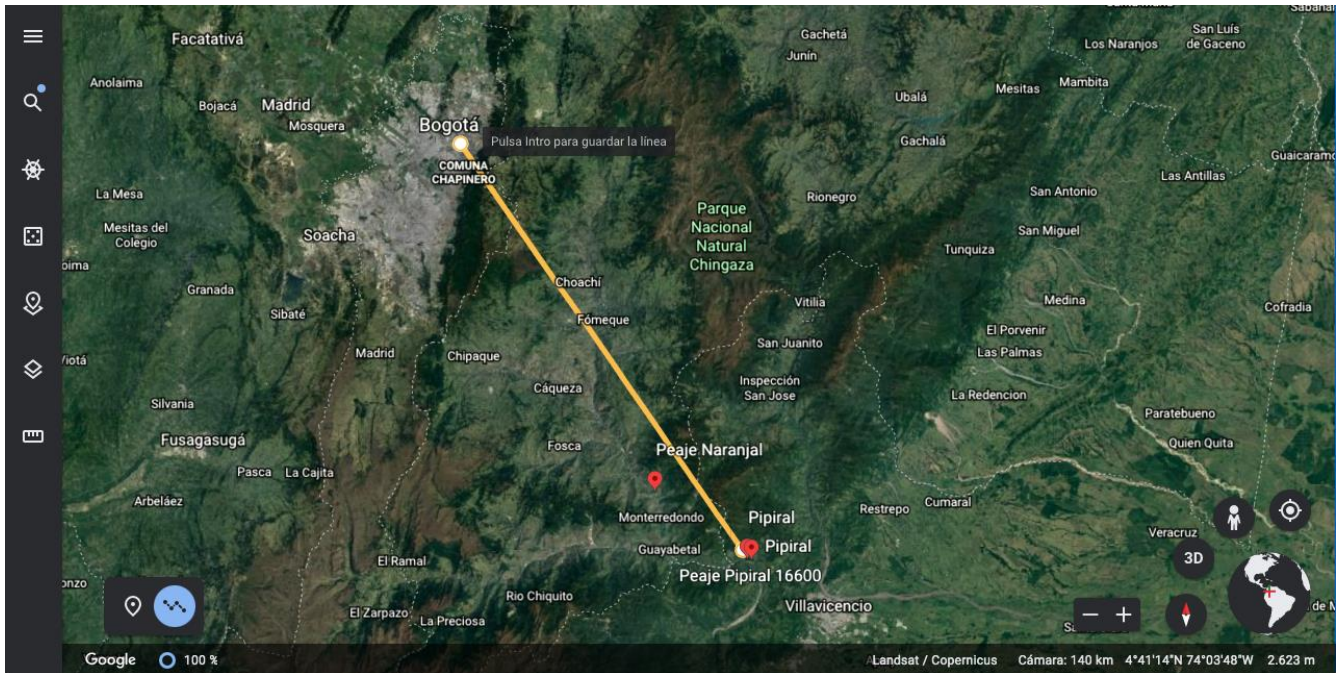


Ilustración 4. Delimitación de tramos de Peaje Pipiral en la Vía Bogotá - Villavicencio.

Fuente: Google Earth.

### Estructura de pavimento rígido

Por medio del presente documento se plantea una alternativa de estructura de pavimento rígido aplicable a la vía principal en túneles, sectores de transición puente – túnel y zona de peaje. Para estos sectores los estudios y zona de peaje. El cual para estos sectores los estudios y diseños se recomienda tener la siguiente estructura:

Tabla 1. Diseño Estructura Recomendada

Concreto MR45	29
Mezcla MDC -25	7
Subransante	CBR> 10%



Fuente: Autor del proyecto.



Ilustración 5. Compactación de la Base.

En la que la alternativa proyectada conserva el espesor de concreto MR45, el cual se reduce el espesor de mezcla asfáltica MDC-25 a 4cm y se adiciona un espesor de sub-base granular de 25cm. Esta capacidad de soporte a nivel del subrasante y demás parámetros de cada método de análisis no tienen modificación respecto al diseño inicial, que tiene como consecuencia la variación del módulo de reacción combinado. El análisis de pavimento se desarrolló mediante la metodología AASHTO y PCA, en la que se estructuraron los cálculos para el diseño alternativo como una solución y extender la vida útil en el peaje el pipiral vía Bogotá – Villavicencio.

- **Diseño del pavimento – método aashto**

El diseño de la estructura de pavimento rígido considera en todo momento una estructura que se apoye sobre un CBR de 10%. Donde el valor del módulo de reacción se considera en la formulación de AASHTO el cual corresponde a:

Tabla 2. Resultados del Análisis de Módulo Reacción - Valores de Diseño actualización.

Alternativa No	Módulo Subrasante (Mpa)	Material Intermedio			Módulo de Reacción Combinado
		Espesor (mm)	Tipo	Módulo (Mpa)	K-Ajustado (Mpa)/m
3 E&D	70.3	70	Mezcla MDC-25	1723.7	81
Actualización	70.3	250	Sub-base Granular	111.7	125

Fuente: Autor del proyecto.



Ilustración 6. Nombre

En la que se analizaron los parámetros tenidos en cuanto al momento de realizar el diseño, como se ve en la ilustración anterior, logrando los espesores adecuados para una estructura recomendada, de acuerdo a los estudios y diseños, con el proposito de obtener los valores deseados, obteniendo una enorme cantidad de datos, el cual servirán para lograr identificar cual metodo del proceso Whitetopping es el adecuado para utilizar.

Tabla 3. Análisis y Cálculo de espesores pavimento de losa de concreto Método AASHTO

<b>ALTERNATIVA No. 3 ESTUDIOS</b>		<b>ACTUALIZACIÓN</b>	
Tránsito (NE 8.2 ton)	59,056,738	Transito (NE 8.2 ton)	59,056,738
Log10 (w18)	7.771	Log10 (w18)	7.7771

Confiabilidad R	90	Confiabilidad R	90
Zr	-1.282	Zr	-1.282
So	0.35	So	0.35
D (mm)	294.41	D (mm)	286.35
DPSI	2	DPSI	2
Pt	2.2	Pt	2.2
MR. Módulo de rotura (Mpa)	4.5	MR. Módulo de rotura (Mpa)	4.5
Cd. Coeficiente de drenaje	1.0	C.d Coeficiente de drenaje	1.0
J. Coeficiente de Transmisión	2.7	J. Coeficiente de Transmisión	2.7
Ec. Módulo de elasticidad del concreto (Mpa)	20640	Ec. Módulo de elasticidad del concreto (Mpa)	20640
K. Módulo de reacción combinado (Mpa/m)	81.00	K.Módulo de reacción combinado (Mpa/m)	125.00
Ls	0.50	Ls	0.00
<b>SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN</b>		<b>SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN</b>	
Zr(So)	-0.449	Zr(So)	-0.449
7.35Log10(D+25.4)	18.411	7.35Log10(D+25.4)	18.329
-10.39	-10.390	-10.39	-10.390
Log(DPSI/(4.5-1.5))	-0.176	Log(DPSI/(4.5-1.5))	-0.176
$1+(1.25 \times 10^{19})/(D+25.4)^{8.46}$	1.008	$1+(1.25 \times 10^{19})/(D+25.4)^{8.46}$	1.010
(4.22-0.32Pt)	3.516	(4.22-0.32Pt)	3.516
<b>ALTERNATIVA No. 3 ESTUDIOS</b>		<b>ACTUALIZACIÓN</b>	
$MR \times CD \times (0.09D^{0.75} - 1.132)$	23.691	$MR \times CD \times (0.09D^{0.75} - 1.132)$	23.098
$1.51 \times J(0.09D^{0.75} - 7.38/(Ec/k)^{0.25})$	18.549	$1.51 \times J(0.09D^{0.75} - 7.38/(Ec/k)^{0.25})$	17.148
	0.374		0.455
Ecuación	7.771	Ecuación	7.771
Espesor de la losa (cm)	29.441	Espesor de la losa (cm)	28.635
Solución	0.0000	Solución	0.0000

Concreto MR45 (cm)	29.0	Concreto MR45(cm)	29.0
Mezcla Asfáltica MDC-25 (cm)	7	Mezcla Asfáltica MDC-10 (cm)	4
Subrasante	CBR> 10%	Sub-base Granulador (cm)	25
		Subrasante	CBR > 10%

- **Diseño del pavimento – método de pca**

Para lograr desarrollar el método de PCA, es necesario definir los siguientes parámetros:

- **Parámetros iniciales:**

Tipo de concreto:	MR45
Análisis de fatiga:	Máximo de 100%
Análisis de erosión:	Máximo de 100%
Factor de distribución de carga:	1.2
Factor de mayoración de repeticiones:	1.1

- **Tránsito**

En la siguiente tabla se presentara el volumen de vehículos que circularon a lo largo del peaje el pipiral vía Bogotá – Villavicencio considerando un periodo de 20 años.

Tabla 4. Número de repeticiones por tipo de eje y carga - Periodo de Diseño de 20 años.

<b>Carga/Eje</b>	<b>Simple</b>	<b>Tándem</b>	<b>Tridem</b>
6 ton	12,932,936		
11 ton	7,358,241		
22 ton		7,229,353	
24 ton			2,772,393

- **Módulo de reacción combinado (K)**

Se emplean los mismos valores de soporte definidos en el análisis AASHTO.

Tabla 5. Resultados del análisis de Módulo Reacción - Valores de Diseño actualización.

<b>Alternativa No</b>	<b>Módulo (psi)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>K (pei)</b>	<b>K-Ajustado (Mpa/m)</b>
3 E&D	10202	0.07	81	81
ACTUALIZACIÓN	10202	0.25	125	125

Con base en lo expuesto en la anterior tabla se presentan los siguientes resultados del análisis y fatiga efectuados.

Tabla 6. Premisas de diseño, resultados de la modelación y espesores de diseño.

	<b>ALTERNATIVA No. 3 ESTUDIOS</b>	<b>ACTUALIZACIÓN</b>
Módulo de Rotura (MPa)	4.5	4.5
Módulo de Elasticidad del Concreto (Mpa)	22000	22000
Factor de Seguridad de Carga	1.2	1.2
Factor de Seguridad de por Repetición	1.1	1.1
Uso de Barras de Transferencia	SI	SI
Consideración del Efecto Berma	NO	NO
Módulo de Reacción Combinado (Mpa/m)	81	125
Consumo por Erosión (%)	85.87%	57.48%
Consumo por Fatiga (%)	0%	0%

Concreto MR45 (cm)	29
Mezcla	7

Concreto MR45 (cm)	29
Mezcla	4

Asfáltica MDC- 25 (cm)		Asfáltica MDC -10 (cm)	
Subrasante	CBR > 10%	Sub-base Granular (cm)	25
		Subrasante	CBR > 10%

Ilustración 7. Memoria de cálculo Materiales Asfálticos MDC-25 de Soporte.

Datos :

Resistencia K del Apoyo : 81 Mpa/m  
 Espesor Losa : 290 mm  
 Modulo de Rotura : 4.5 Mpa  
 Bermas : NO  
 Pasadores : SI  
 Factor de Seguridad Cargas : 1.2  
 Factor de Mayoración Repeticiones : 1.1

Resultados :

Carga Tn	Carga FS kN	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Admisib_Fatiga	Consumo Fatiga %	Repeticiones Admisi_Erosion	Consumo Erosion %
<b>EJES SIMPLES</b>						
Esfuerzo Equivalente: 0.9 Factor Esfuerzo: 0.2086 Factor Erosion: 2.3297						
6.00	70.56	14,226,230	Inf	0.00	Inf	0.00
11.00	129.36	8,094,065	Inf	0.00	69,491,950	11.65
<b>EJES TANDEM</b>						
Esfuerzo Equivalente: 0.8 Factor Esfuerzo: 0.1885 Factor Erosion: 2.4990						
22.00	258.72	7,952,288	Inf	0.00	11,702,055	67.96
<b>EJES TRIDEM</b>						
Esfuerzo Equivalente: 0.6 Factor Esfuerzo: 0.1441 Factor Erosion: 2.6483						
24.00	282.24	3,049,632	Inf	0.00	48,604,356	6.27
				Total :	0.00	85.88

Fuente: Software BS-PCA, Autor del Proyecto.

Ilustración 8. Memoria de cálculo de Materiales granulares de Soporte.

Datos :							
	Resistencia K del Apoyo : 125 Mpa/m						
	Espesor Losa : 290 mm						
	Modulo de Rotura : 4.5 Mpa						
	Bermas : NO						
	Pasadores : SI						
	Factor de Seguridad Cargas : 1.2						
	Factor de Mayoración Repeticiones : 1.1						
Resultados :							
	Carga	Carga	Repeticiones	Repeticiones	Consumo	Repeticiones	Consumo
	Tn	FS	Esperadas	Admisib_Fatiga	Fatiga	Admisi_Erosion	Erosion
		kN			%		%
<b>EJES SIMPLES</b>							
	Esfuerzo Equivalente: 0.9 Factor Esfuerzo: 0.1939 Factor Erosion: 2.3150						
	6.00	70.56	14,226,230	Inf	0.00	Inf	0.00
	11.00	129.36	8,094,065	Inf	0.00	85,488,858	9.47
<b>EJES TANDEM</b>							
	Esfuerzo Equivalente: 0.8 Factor Esfuerzo: 0.1706 Factor Erosion: 2.4550						
	22.00	258.72	7,952,288	Inf	0.00	17,472,760	45.51
<b>EJES TRIDEM</b>							
	Esfuerzo Equivalente: 0.6 Factor Esfuerzo: 0.1278 Factor Erosion: 2.5750						
	24.00	282.24	3,049,632	Inf	0.00	121,901,970	2.50
					-----		-----
				Total :	0.00		57.48

Fuente: Software BS- PCA, Autor del proyecto.

Con las imágenes expuestas anteriormente del software BS-PCA, tiene como objetivo mostrar la descripción y justificación de los distintos elementos que configuran la estructura de la investigación del proyecto para la utilización del proceso Whitetopping y analizar cual es el mas efectivo para lograr que tenga una vida útil de 30 años el corredor vial del peaje el pipiral Bogotá – Villavicencio.

## EVIDENCIAS

Ilustración 9. Riego de concreto y conformación de la losa.



**Fuente: Autor del proyecto.**

Ilustración 10. Vibro compactación de la base para imprimación





**Fuente: Autor del proyecto.**

Ilustración 11. Conformación de base granular



**Fuente: Autor del proyecto.**

Ilustración 12. Imprimación con lechada asfáltica y primera capa de asfalto



**Fuente: Autor del Proyecto**

Ilustración 13. Instalación de carpeta asfáltica



**Fuente: Autor del Proyecto**

Ilustración 14. Nivelación y céreo de base granular



**Fuente: Autor del proyecto.**

Ilustración 15. Toma densidades al asfalto y muestra de material



**Fuente: Autor del proyecto.**

Ilustración 16. Imprimación asfáltica con continuidad a las losas de concreto



**Fuente: Autor del proyecto.**

Ilustración 17. Emboquilla miento y conformación de la losa de concreto



**Fuente: Autor del proyecto.**

Ilustración 18. Plataforma en MR o losas de concreto



**Fuente: Autor del Proyecto.**

Ilustración 19. Unión MR con vía en asfalto



**Fuente: Autor del proyecto.**

## CONCLUSIÓN

Luego de los estudios realizados en la conformación de las diferentes capas de la vía como lo son la rasante, subbase y base, se realizaron trabajos de excavación, traslado de materiales y trabajos de topografía como nivelación y replanteo. Luego de conformada la rasante cero, continuamos con la conformación de la subbase en la cual se realiza la inspección del material y que cumpla con las especificaciones requeridas, para luego ser nivelada, compactada hasta cumplir con las densidades requeridas para la capacidad portante, una vez liberada la subbase continuamos con la base que cumple con unas características diferentes a la base y que debe cumplir con unas densidades y materiales específicos, cuando tenemos la vía conformada hasta la base es cuando procedemos a imprimir o cubrir con solución asfáltica la vía para luego poner el asfalto y ser conformado cumpliendo con las características como temperatura, composición material granular y densidad de compactación. El asfalto debe cumplir con las condiciones de calidad y compactación para su durabilidad y realizando un sellamiento para que la humedad o el agua lo dañen.

En este proceso de conformación de la base y subbase se realizaron trabajos como la consecución de maquinaria y equipo para las actividades programadas, se realizó control al material granular y a los viajes que llegaban del pedido realizado, que cumplieran con las características de calidad requeridas por el diseño y normas de construcción, presentación de informes de las actividades ejecutadas por el personal y de las características de los materiales y el cumplimiento de las actividades proyectadas por la programación de obra y avance.

Liberaciones y actividades de topografía, seguimiento a las muestras y corrección de fallas detectadas, coordinar los desplazamientos de los materiales para la conformación de las capas. Luego de ser liberada la carpeta asfáltica se coordinan los equipos y personal para luego pedir el concreto o MR para la construcción de las losas o placas de la vía, cumpliendo con los procesos de construcción se realizan muestras a cada viaje de concreto que llega a la obra comprobando que cumpla con el diseño requerido o

estipulado por el constructor, una vez instalado el MR sigue el proceso de curado y fraguado del cemento hasta que pasen 7 días y adquiera su resistencia.

## RECOMENDACIONES

- Los procesos Whitetopping pueden ser utilizados en carreteras o vías por tramos.
- Para lograr una buena implementación en vías con tiempos de apertura de tránsito, se recomienda utilizar fibras de polipropileno para aumentar la resistencia por tensión residual.
- De acuerdo con la actualización del diseño realizado, se recomienda la implementación del sistema de pavimento mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 7. Estructura recomendada.

Concreto MR45 (cm)	29.0
Mezcla Asfáltica MDC-10 (cm)	4
Sub-base Granular (cm)	25
Subrasante	CBR > 10%

Fuente: Autor del proyecto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- PULZO. (06 de Junio de 2019). *Conductores desesperados arriesgan su vida al cruzar vía al llano en mal estado*. Obtenido de PULZO: <https://www.pulzo.com/nacion/desperados-conductores-cruzan-via-llano-kilometro-58-PP708960>
- Mintransporte. (22 de Diciembre de 2019). *Habilitado paso a un carril en la vía Villavicencio - Pipiral*. Obtenido de Mintransporte: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/8028/habilitado-paso-a-un-carril-en-la-via-villavicencio-pipiral/>
- Rodríguez, D., Erazo, J., & Narvárez, C. (2019). Técnica cuantitativas de investigación de mercados aplicadas al consumo de carne en la generación millennial de la Ciudad de Cuenca (Ecuador). *Revista Espacios*, 1-12.
- Valdiviezo Suarez, X. E. (2019). Metodología de investigación cuantitativa en trabajos de graduación de la modalidad de titulación de la carrera de contabilidad y auditoría. *Universidad Técnica de Machala*, 1-22.
- Andrade Triviño , N., & Franco Puga, F. (2019). Los pavimentos compuestos como alternativa constructiva para vías de tráfico pesado. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 1-113.
- Escobar Ortiz, M., Garcés Vargas, J., Giraldo Ramírez , M., & Hidalgo Arenas, J. (2019). Inspección visual de pavimento rígido desde calle 2 este # 11B 13 iglesia San Antonio de Padua hasta Cra 13 este 12 # 116 centro de interpretación ambiental de la carder. *Universidad Libre Seccional Pereira*, 1-98.
- Duque Saldarriaga, J., Vásquez Cadena, B., & Orrego Cardoza, J. (2019). Mejoramiento de Subrasante en Vías de tercer orden. *Universidad Libre Seccional Pereira*, 1-133.
- Wong Aguinaga, J. (01 de Mayo de 2019). *Proceso constructivo del pavimento Flexible*. Obtenido de Civilneting: <http://www.civilneting.com/postDetail/proceso-constructivo-del-pavimento-flexible>
- Zárate Falconi, J. (2019). Plan de mantenimiento vial para la vía Biblián - Zhud, en los tramos de pavimento rígido. *Universidad de Cuenca*, 1-527.
- Sierra Garzón, A. (2017). Propuesta para el Diseño de la estructura del pavimento de la Vía puente de piedra - colón - variante Madrid, Cundimarca. *Universidad Santo Tomás*, 1-90.



- De la Cruz Romero, J. (2016). Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-ThinWhitetopping (UTW). *Escola Técnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports*, 1-100.
- Serna Sánchez, J., & Garzón López, S. (2019). Seminario Taller en Geotecnia Vial como modalidad de Grado Transversal Amaga. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 1-94.
- Pulido Guzman, M. (2019). Metodología para la viabilidad de la construcción del tramo de vía rural santa barbara - pasquilla localidad de Ciudad Bolívar (Bogotá). *Universidad Católica de Colombia*, 1-95.
- Coari Pelinco, E. (2017). Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la Av. Aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017. *Universidad Andina*, 1-203.
- De la Cruz Romero, J. (2016). Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin Whitetopping (UTW). *Escola de Camins*, 1-100.
- Luna Castro, M., García Depestre, R., & Orta Amaro, P. (2019). Aplicación de la tecnología Whitetopping en un tramo de la carretera: circuito sur - topes de collantes. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(3), 9.
- Ureta Espinoza, Y. (2018). Utilización de Ultra-Thin Whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la ciudad de Tacna. *Universidad Privada de Tacna*, 1-176.

<b>4. ASESOR DE LA PROPUESTA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	
Nombre	Leidy Brisecth Pardo Abril
Programa	Tecnología en gestión de obras civiles y construcciones
Centro	CDA Acacias
Zona	Amazonia Orinoquia
Grupo de Investigación	9200

#### **DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Los autores de la presente propuesta manifestamos que conocemos el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conocemos el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.