

# Asfalto natural alternativa de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura vial del Alto Magdalena Colombia – Revisión Sistemática

**Núñez Hernandez, Jairo Yamid; Salguero Velásquez, Leandro Alberto; Vera Chila, Faver Eliecer**

Asfalto natural alternativa de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura vial del Alto Magdalena Colombia – Revisión Sistemática

Centro Sur, vol. 4, núm. 1, 2020

Grupo Compás, Ecuador

**Disponible en:** <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=588861673007>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

# Asfalto natural alternativa de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura vial del Alto Magdalena Colombia – Revisión Sistemática

Alternative natural asphalt for rehabilitation and improvement of road infrastructure in Alto Magdalena Colombia - Systematic Review

Jairo Yamid Nuñez Hernandez

jairo.nunez.h@uniminuto.edu.co

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

 <http://orcid.org/0000-0001-8226-0284>

Leandro Alberto Salguero Velásquez

leandro.velazques.s@uniminuto.edu

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

 <http://orcid.org/0000-0003-3148-2834>

Faver Eliecer Vera Chila faver.vera.c@uniminuto.edu.co

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

 <http://orcid.org/0000-0002-0546-2517>

Centro Sur, vol. 4, núm. 1, 2020

Grupo Compás, Ecuador

Recepción: 01 Agosto 2018

Aprobación: 31 Marzo 2019

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=588861673007>

CC BY-NC-ND

**Resumen:** El presente artículo pretende adentrar en consideración el aumento acelerado de los deterioros en la malla vial del municipio de Girardot y poblaciones circunvecinas, es notorio debido al incremento del parque automotor, a la falta de mantenimientos de la red vial que ha conllevado a un incremento de accidentalidad en los diversos actores viales. Teniendo en cuenta lo anterior y las condiciones socio económicas de los municipios de la región del Alto Magdalena se propone la implementación de nuevas prácticas constructivas e innovadoras, mediante la investigación aplicativa del “ASFALTO NATURAL ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO, REHABILITACION Y CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL ALTO MAGDALENA COLOMBIA”. De acuerdo a esta alternativa aporta a la conservación del medio ambiente, mitigando el impacto ambiental, y adicionalmente, reduce significativamente los costos de inversión en proyectos de infraestructura vial. Los estudios y ensayos de laboratorio realizados al material asfáltico natural después de procesos de tamizado y mejoramiento de sus propiedades físicas demuestran un buen comportamiento para la implementación en actividades de bacheos y demás procesos de rehabilitación vial; tanto ha sido su empleo en diversas zonas del país que el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) creo recientemente una especificación técnica para su instalación.

**Palabras clave:** Asfalto Natural, Alternativa, Asfaltita e Infraestructura Vial.

**Abstract:** This article intends to take into account the accelerated increase in the deterioration of the road network of the municipality of Girardot and surrounding towns, it is notorious due to the increase in the automotive fleet, the lack of maintenance of the road network that has led to an increase in accidents in the various sections of road. Taking into account the above and the socio-economic conditions of the municipalities of the Alto Magdalena region, the implementation of new constructive and innovative practices is proposed, through the application research of the “ALTERNATIVE NATURAL ASPHALT OF IMPROVEMENT, REHABILITATION AND CONSTRUCTION OF ROAD INFRASTRUCTURE

OF THE ALTO MAGDALENA COLOMBIA ”. According to this alternative, it contributes to the conservation of the environment, mitigating the environmental impact, and additionally, significantly reduces the costs of investment in road infrastructure projects. Laboratory studies and tests carried out on natural asphalt material after sieving processes and improvement of their physical properties demonstrate good behavior for implementation in bumpy activities and other road rehabilitation processes; so much has been its use in various áreas of the country that the National Roads Institute (INVIAS) recently created a technical specification for its installation.

**Keywords:** Natural asphalt, Alternative, Asphaltite and Road Infrastructure.

## INTRODUCCIÓN

La provincia del Alto Magdalena – Colombia, está conformada por los municipios de Agua de Dios, Nilo, Ricaurte, Jerusalén, Nariño, Tocaima, Guataquí y Girardot; en donde el municipio de Girardot representa la población más importante debido a ser la de mayor número de habitantes. En el municipio de Girardot y poblaciones circunvecinas se ha hecho notable en los últimos años el deficiente estado de la malla vial; esta situación se origina debido a las condiciones climáticas (temperatura y humedad), incremento del tránsito y a la insuficiente asignación de recursos de mantenimiento por parte de los entes gubernamentales.

A lo largo de más de cinco milenios los asfaltos naturales y derivados del petróleo han tenido usos importantes en el mundo, entre los cuales se destacan: impermeabilizantes, revestimiento de tuberías, construcción de pavimentos, lacas, barnices, baterías, llantas, entre otros. (Alarcón Peña, 2014)

La construcción y conservación de la red terciaria y secundaria de la región del Alto Magdalena se encuentra en un alto grado de abandono dado al alto costo de inversión que se requiere para atender el mejoramiento del carretable en estructuras tradicionales de pavimento (pavimento rígido y pavimento flexible), esta circunstancia de alto costo en intervenciones de pavimentación impiden el desarrollo económico y de transitabilidad de comunidades productivas de la región generando afectación en su desarrollo y comercialización de productos. (Alvarez , Ovalles , Rodríguez , Castillo, & Rivas, 2019)

El desarrollo económico de un país está ligado a la infraestructura vial, ya que esta logra unir los diferentes sectores productivos, al permitir el transporte, la comercialización de los productos y la movilidad de pasajeros. Colombia, con el crecimiento del comercio internacional y la apertura de los tratados de libre comercio, debería orientar sus proyectos hacia el desarrollo de la infraestructura vial y, en específico, a mejorar la conectividad de la red principal con vías secundarias y terciarias. Este mismo caso aplica en el departamento de Girardot Cundinamarca el cual es un centro turístico de gran importancia para este departamento, el cual demanda una mejoría en la malla vial ya que estas son la carta de presentación del municipio. Además, este municipio es un gran centro de estudio para el departamento. No solo es importante la mejoría de la malla vial por aspectos estéticos y de seguridad, sino que también

mejora el comercio en el sector del agro. Actualmente, la construcción y conservación de estructuras de pavimento de la red vial del municipio se llevan a cabo mediante pavimentación tradicional (pavimentos rígidos y flexibles convencionales), los cuales constituyen intervenciones de alto costo, factor que impide la materialización masiva de dichas soluciones técnicas en el Municipio.

El pavimento comúnmente utilizado en la región es el de tipo flexible, pero su estructura sufre daños constantes y prematuros, debido a las condiciones climáticas (temperatura y humedad) y a los diseños tradicionales, basados en la mezcla entre agregados pétreos y asfaltos provenientes de la destilación del petróleo. Por ello, se busca la implementación de otros materiales como el asfalto Natural, provenientes de fuentes naturales que disminuyan las inversiones de alto costo con similar calidad de vida útil que la de las mezclas asfálticas en caliente.

El asfalto natural es una sustancia solida o viscosa combinada con materiales pétreos y bituminosos, de aspecto resinoso y fractura conoidal, que tiene que su origen en yacimientos de rocas asfálticas, por lo general calizas, areniscas y gravas, conglomeradas impregnadas de asfalto natural. (Cruz & Salazar, 2019)

En Colombia hay dos Grandes grupos de Mezclas Asfálticas Naturales los cuales son: “Conglomerados Asfálticos Naturales” como Las Asfaltitas encontradas en la Mina San Pedro, en el departamento del Tolima y en la Mina Santa Teresa en el Departamento de Boyacá; y los “Morteros Asfálticos Naturales” como la MAPIA de las minas que existen en los departamentos de Caldas y Caquetá, entre otros. Estos dos materiales tienen contenidos de asfalto de buena calidad y su proporción al igual que la granulometría es variable, pero permiten mezclarse con otros agregados para lograr una eficiente fórmula de trabajo, aplicando la tecnología de las mezclas en frio o en caliente para asfaltos líquidos. (Sánchez Torres, 2018).

La Red de Carreteras colombiana al año 2015 es de 206.727 km, de los cuales 19.306 km corresponde a la Red Primaria Nacional, 45.137 km corresponde a la Red Secundaria Nacional y 142.284 km corresponden a la Red Terciaria Nacional. Basándose en lo anterior Colombia cuenta con un índice bajo de carreteras pavimentadas en comparación de América y el mundo”. Se han realizado varias investigaciones en rodadura en frio con MAPIA Material Pétreo impregnado con Asfalto) en tramos de vía. Campo Velásquez y Asociación Nare entre 2012 al 2013.

En Colombia, para la construcción de vías tanto principales como secundarias y terciarias, es frecuente el uso de pavimentos flexibles, compuestos generalmente por una capa de rodadura y una base asfáltica que contiene la mezcla de agregados, asfalto y si es necesario aditivos, sometidos a temperaturas entre los 150 y 180 grados centígrados para fabricación. El asfalto en mención, proviene de la extracción y procesamiento del petróleo en los diferentes pozos existentes en el país, dando lugar a la obtención del asfalto como uno de los residuos generados por el crudo. No obstante, su forma de producción genera altos niveles de contaminación ambiental y emisión de gases tóxicos, lo cual a nivel

mundial ha creado una conciencia en la búsqueda de disminuir dicha contaminación y emisión de gases del efecto invernadero (Carolina, Reyes Ortiz, & Moreno Anselm, 2 Enero - Junio 2016).

Según lo anterior, y dada la necesidad de buscar y encontrar materiales y medidas que reduzcan el impacto ambiental negativo, aprovechando la existencia de yacimientos en Colombia se ve la favorabilidad de utilizar el asfalto natural como una alternativa para mejorar algunas propiedades y comportamientos de las mezclas convencionales. Esto podría ser de gran soporte en las zonas del territorio nacional donde la extracción de la asfaltita es amplia, generando mejor accesibilidad de las poblaciones a los cascos urbanos de los municipios, ampliando de este modo su desarrollo económico y generando empleo en el sitio. (Sánchez Torres, 2018).

Los ingenieros responsables de asfalto en Girardot y la región del Alto Magdalena, tienen como lineamiento de trabajo la sostenibilidad en la implementación de los pavimentos, por tal razón vienen adelantado estudios para obtener mezclas de asfalto natural en busca de una eficiencia para el sector de la construcción aplicando una nueva tecnología la cual contribuye a la conservación del medio ambiente y optimiza los recursos sin afectar el rendimiento de la mezcla asfáltica convencional.

Según las condiciones socio económicas del Municipio de Girardot y de acuerdo al incremento en el parque automotor, el cual indica un aumento significativo en el TPD (transito promedio diario) 57 % los dos últimos años y un tráfico atraído del 15 % (población flotante), esto demanda unas vías urbanas en excelente estado para mejorar la conectividad, movilidad, transitabilidad y seguridad en la ciudad.

Consecuentemente, el objetivo de este artículo tiene como finalidad la revisión de diferentes estudios relacionados con la elaboración e implementación de la mezcla asfáltica natural como alternativa de mejoramiento, rehabilitación y construcción de la malla vial en diferentes Países, teniendo en cuenta la mitigación del impacto ambiental. Se plantea como pregunta que ventajas traería implementar el asfalto natural como Alternativa de Mejoramiento Rehabilitación y Construcción de la Malla Vial en el municipio de Girardot.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se basa en una investigación documental desde la revisión bibliográfica con lineamientos de sistematización de las bases de datos como Scielo y ScienceDirect. Como proceder metodológico esencial se priorizó la indagación de información y la ubicación de la cadena de búsqueda correcta. Para la identificación de los artículos en las bases mencionadas se estableció que sean estudios empíricos y de análisis de laboratorio.

Los artículos seleccionados presentan diversidades en su metodología como estudios de ensayos de laboratorio que se consideran de gran importancia y aporte para el desarrollo del estudio.

(Sánchez Torres, 2018). Nos dice, en Colombia son escasas las concesiones mineras y/o minas que se intervienen para dar uso de este

mineral. El nombre del mineral que se explota en mina es Asfaltita, en el gremio de la construcción se conoce como Asfalto Natural y técnicamente es una “Mezcla Asfáltica Natural – MAN”. Los usos más comunes se relacionan con el Mantenimiento, Mejoramiento y Rehabilitación de las vías secundarias y terciarias. Cada mina de este mineral tiene propiedades diferentes. Las principales variables por reconocer en las asfaltitas son:

- Contenido de bitumen
- Granulometría de los pétreos
- Maduración del bitumen
- Análisis de materia orgánica y/o contaminantes

El objetivo de su investigación es caracterizar el material para así poder establecer las propiedades particulares y adecuarlo hasta obtener los parámetros mínimos de un material para intervención de vías en la Capa estructural de Rodadura (Rodadura Asfáltica Natural RAN-1).

La asfaltita utilizada en la región de Boyaca, proviene de la Mina Santa Teresa (Pesca, Boyacá). Este material presenta una heterogeneidad considerable y los contenidos de asfalto en la mezcla varían en función de su profundidad. En un principio se consideró que el único material útil era el que poseía mayor contenido de bitumen y a medida que se fue optimizando el proceso de control de calidad se han desarrollado nuevos productos con asfaltitas hasta del 5% de contenido de bitumen. Para llevar este control es esencial la realización constante de las pruebas para hallar el contenido de bitumen, por ignición y por centrifugado. Posteriormente se realiza el ensayo de análisis granulométrico según norma INV E 782 – 13. A partir del ensayo de extracción cuantitativa del asfalto, norma INV-E- 732-13, se determinó el contenido de asfalto presente en la asfaltita proveniente del municipio de Pesca-Boyacá, resultando ser de 6%.

(Bustamante Cortes, Gonzales Apache, & Rodriguez Piedraita, 2019). El uso de la asfaltita logra mitigar la baja capacidad de las vías en el territorio nacional, además de ofrecer una alternativa en el ámbito de la construcción a un bajo costo con relación a los materiales que son utilizados en los pavimentos tradicionales.

(Rondón Quintana, 2012), evaluaron en el laboratorio mezclas asfálticas MDC-2, con asfalto 60-70 y 80-100, modificadas con asfaltita provenientes del Cesar, Colombia, en porcentajes de 0,5, 1,5, 2,5 y 3,5%. Ejecutaron ensayos de resistencia mecánica bajo carga monotónica, módulo resiliente y resistencia a deformación permanente, concluyendo un incremento en la resistencia mecánica de 3.84 veces cuando se adiciona 0,5% de asfaltita con asfalto 80-100 y un incremento de 1.89 veces al adicionar 2.5% de asfaltita para el asfalto tipo 60/70.

En el estudio, la rigidez y resistencia a la deformación permanente, incrementa para el asfalto 80-100 entre 51-113% y para el asfalto 60-70 entre 35-64%, con porcentajes de asfaltita entre 0.5 y 3.5%. Los estudios anteriores muestran el potencial del asfalto natural como material para la pavimentación de vías terciarias; esto es muy importante en departamentos como Caquetá, Colombia, que poseen minas de asfalto natural, y donde de los 4.000 km de vías terciarias, solo el 0,5% se encuentran pavimentadas.

La presente investigación pretende dar a conocer el comportamiento mecánico de muestras fabricadas a partir de la asfaltita pura, extraída de Caquetá, sin ser sometida a cambios de temperatura, con el fin de conocer su viabilidad ante la puesta en obra sobre vías terciarias. El asfalto natural se sometió a pruebas de Resistencia a Tracción Indirecta, RTI, a temperatura ambiente, llegando a la conclusión que las muestras se deben mejorar adicionando al asfalto natural material granular y emulsión asfáltica.

(Carolina, Reyes Ortiz, & Moreno Anselm, 2 Enero - Junio 2016). En su investigación extrajeron asfalto natural de la mina ubicada a 30 km iniciando en el PR 54 del municipio de San Vicente del Caguán, Caquetá, saliendo hacia Neiva por la vía Minas Blancas–Santo Domingo–Balsillas, Neiva, en el PR 78. Como se observa en la tabla 1, se tomó la norma I.N.V.E-732-13 para realizar el ensayo de extracción cuantitativa del asfalto en mezclas en caliente para pavimentos, para calcular posteriormente el porcentaje de asfalto contenido en las asfaltitas, siendo en promedio de 13,10 %.

Evaluación del comportamiento mecánico de asfalto natural a partir de muestras a temperatura ambiente provenientes de Caquetá, Colombia.

La aplicación de diversas metodologías en los artículos seleccionados es intencional y centrada en reconocer las diversas formas de recolectar información verídica desde estudios empíricos y revisiones bibliográficas brindo un gran número de fuentes y recursos para el planteamiento de la investigación, la diversidad de un análisis comparativo se puede definir que los artículos de (Sánchez Torres, 2018)., (Rondón, 2012), y (Carolina, Reyes Ortiz, & Moreno Anselm, 2016), (INVÍAS, 2013). presentan un estudio profundo sobre las revisiones bibliográficas.

Los estudios permiten categorizar las diferentes tipos, métodos e instrumentos que los investigadores utilizan para la recolección de datos en base a un variable, poniendo en evidencia la diversidad de investigaciones que se desarrollan sobre la problemática actual. La recolección e identificación de la información presenta una comparación entre cada uno de ellos y presenta una perspectiva abarcadora a la mirada de la investigación basada en la formación docente.

En la instalación de la mezcla asfáltica natural es importante tener en cuenta la temperatura de la zona donde vamos a implementar esta alternativa de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura vial del alto magdalena Colombia toda vez que al ser una mezcla en frio sus características físicas y mecánicas pueden variar dependiendo de las temperaturas mínimas y máximas de la zona en intervención por tal motivo se recomienda realizar una fórmula de trabajo para cada proyecto vial de acuerdo a las temperaturas donde se localice su instalación para evitar envejecimiento o deterioros prematuros de la mezcla asfáltica natural (Rondon Quintana, 2015 ).

En la fabricación de la mezcla asfáltica natural modificada existen un alto porcentaje de probabilidad de éxito dependiendo de las fórmulas de trabajo que se implementen y las dosificaciones de los materiales

y polímeros, cera naturales como fue el caso de la investigación del Universidad Militar Nueva Granada (Colombia) por Luis Guillermo Fuentes Pumarejo Universidad del Norte (Colombia) Oscar Hernando Moreno-Torres Universidad del Magdalena (Colombia) donde se pudo establecer en el análisis de la investigación para asfaltos modificados mediante ceras naturales reducen la viscosidad de los asfaltos y por ende las temperaturas de fabricación y compactación de las mezclas, reduciendo significativamente el consumo de energía y la generación de gases de efecto invernadero. De otra parte, se estableció que las propiedades mecánicas y dinámicas estudiadas a las mezclas asfálticas con asfalto modificado con ceras, son similares a las mezclas convencionales, estableciendo la viabilidad para su aplicación y uso. (Oscar Javier Reyes Ortíz, Luis Guillermo Fuentes Pumarejo, & Oscar Hernando Moreno-Torres, Enero-junio, 2013)

En general, las mezclas asfálticas modificadas con alfalfa tienden a poseer un comportamiento rígido, A bajas temperaturas de servicios, está mezcla puede tener un comportamiento frágil, lo que lleva a pensar que tendría un mejor desempeño en clima cálidos. Los valores de estabilidad y rigidez Marshall de las mezclas modificadas son mayores para cualquier porcentaje de CA y asfaltita, en comparación con la mezcla convencional. los módulos de la mezcla modificada son superiores a aquellos alcanzados por la convencionales, y los mayores incrementos se obtiene cuando la temperatura del ensayo aumenta. lo anterior permite prever que la asfaltita como modificador de asfaltos puede ser un material que mejore las características de rigidez y resistencia a las deformaciones permanentes de mezclas que sean utilizadas en climas cálido. (Rondón Quintana, 2 de febrero del 2012).

Los crudos pesados de pavimentación (CPP) constituyen asfaltos líquidos naturales, más específicamente, son crudos de petróleo con alto contenido de cemento asfáltico y una proporción de solventes, extraíbles mediante destilación a presión atmosférica, del orden del 17% en volumen. El contenido natural de solventes de un CPP le otorga manejabilidad adecuada para mezclado con agregados y compactación de esta mezcla a temperaturas menores que las empleadas para la construcción de mezclas asfálticas con cementos asfálticos (i.e., ligantes generados a través de refinación de petróleo). De esta forma, empleando el CPP como ligante asfáltico, es viable la fabricación de mezclas asfálticas no convencionales tanto en frío como en caliente (Alvarez , Ovalles , . Rodríguez , Castillo, & Rivas, 2019)

En la industria de la construcción de carreteras, las tecnologías con cementos asfálticos espumados están experimentando un crecimiento acelerado. Tan solo, en relación con su aplicación en las mezclas asfálticas tibias (WMA, por sus siglas en inglés), la tecnología del espumado de asfalto por medios mecánicos está siendo preferida por la mayoría de los contratistas en lugar de otros productos comerciales y técnicas que usan ceras, surfactantes o aditivos minerales. Para tener una idea de esta tendencia, en los Estados Unidos el espumado mecánico representó en 2014 el 84,5% de los 113,8 millones de toneladas de WMA producidas en

ese año y en 2015 el 72% de los 119,8 millones de toneladas. Cabe resaltar que para estos mismos años la producción de WMA correspondió a poco menos de un tercio del total de las mezclas asfálticas fabricadas en ese país.

Aun cuando el volumen de aplicación de los cementos asfálticos espumados ha sido enorme, todavía no se conocen bien las propiedades de la espuma y su efecto sobre el comportamiento durante la manufactura, la aplicación y el servicio de las mezclas elaboradas con ellas

## RESULTADOS

| Artículos                                                                                                                                | Resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Evaluación del comportamiento mecánico de asfalto natural a partir de muestras a temperatura ambiente provenientes de Caquetá, Colombia. | Concluyendo que Los resultados de Resistencia a Tracción Indirecta soportan cargas muy bajas con la metodología de mezclado a temperatura ambiente, para lo cual se recomienda hacer estudios adicionando material granular y un aditivo adicional, como emulsiones asfálticas. Resultados diferentes han sido reportados por Rondón y Reyes (2012), ya que en el proceso de trabajo del asfalto natural ellos aumentaron la temperatura para su uso. El estudio de muestras de asfalto en estado puro y con metodología de mezclado a temperatura ambiente, evidencian mayor ductilidad en las probetas en estado húmedo que en estado seco. Las muestras falladas en estado seco presentan mayor resistencia que las muestras falladas en estado húmedo, teniendo diferencias de 3.50 Kg.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Utilización de asfalto natural en la construcción de pavimentos en Colombia: una recopilación bibliográfica.                             | Beneficios operacionales, ambientales y económicos del uso de la asfalta en la capa de rodadura. Operacionales: No se requiere el uso de explosivos para su extracción. No es necesario el uso de un ligante adicional pues el asfalto de la asfalta es suficiente para vías con nivel de tránsito NT1. No se precisa maquinaria especializada para su aplicación. Se puede reabrir el tráfico al poco tiempo de instalarse, en algunas ocasiones inmediatamente. El material que se recita se mejora y resulta fácilmente. Basta con un calentamiento leve para que la calidad de las mezclas preparadas con asfalto natural alcance calidades similares a las de las mezclas asfálticas tradicionales fabricadas en caliente. Ambientales: Al no usarse explosivos se garantiza la ausencia de material particulado en el aire (de haber sería mínimo), siendo mínima la contaminación a la capa de ozono. Cuando se hacen mezclas en frío, el consumo energético es mínimo, lo cual hace que haya nula generación de hidrocarburos. No hay emisión de gases tóxicos. No produce líquidos contaminantes al estar almacenado e instalado. No se generan grandes cantidades de desechos a causa de pavimentos fresados. Reducción del impacto ambiental en producción de todas las industrias a nivel mundial. Económicos: El asfalto natural mantiene sus propiedades por periodos largos de acopio. Los desperdicios en obra se mantienen en un nivel muy bajo. Si la obra se encuentra cerca de la mina, los costos se reducen en una tercera parte comparados con las mezclas en caliente con asfalto tradicional. Se podría sustentar con una comparación breve de algún proyecto. El asfalto natural está exento de IVA por ser un producto natural. Al ser reutilizable permite que las vías se recuperen con mínima inversión. Desarrollo de la infraestructura vial necesaria para cumplir acuerdos internacionales (TLCs). |
| Influencia de la temperatura de compactación sobre la resistencia de un material granular estabilizado con asfalto en caliente tipo MGEA | Las fórmulas de trabajo para la implementación de la mezcla asfáltica modificadas son de carácter obligatorio toda vez que nos permite la dosificación óptima que cumple las especificaciones técnicas que garantice la durabilidad de la vía a intervenir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Comportamiento de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltos modificados con ceras                                                       | Es de gran importancia que este tipo de investigaciones contribuyan con nuevas técnicas de innovación con la implementación de asfaltos modificados con polímeros o materiales naturales que minimicen el impacto ambiental que genera producir la mezcla asfáltica convencional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Especificación Particular Mezcla asfáltica Natural. INVIAS Art. 442P                                                                     | De acuerdo a las especificaciones técnicas del INVIAS para las Mezclas Asfálticas Naturales (MAN), se puede emplear tal como es extraída de la mina siempre y cuando cumpla con todos los requerimientos exigidos en esta norma. En caso de que la MAN no cumpla con los requerimientos exigidos en esta norma se recomienda evaluar alguna de las siguientes opciones de mejoramiento: - MAN con adición de agregado de aporte. - MAN con agregado de aporte y una emulsión asfáltica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Los autores

Los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica muestran que los autores presentan evidencias claras sobre la implementación del asfalto natural como (Rondon Quintana , Enero-junio de 2015 ). Que describe que las mezclas asfálticas convencionales se pueden mejorar con asfaltos naturales maximizando su rigidez y durabilidad n temperaturas óptimas. (Álvarez, Ovalles. Rodríguez, Castillo, & Rivas, 2019) El autor hace referencia a los ligantes asfálticos en la implementación de mezclas asfálticas no convencionales como alternativa de mejoramiento en zonas de bajos y, medios volúmenes de tránsito. (Oscar Javier Reyes Ortiz, Luis Guillermo Fuentes Pumarejo, & Oscar Hernando Moreno-Torres, Enero-junio, 2013) En esta investigación el autor realizo un mecanismo de ensayo y error para encontrar una fórmula de trabajo y dosificación que cumpla los parámetros rigidez y resistencia en su implementación.

| Bibliografía                                                                                                                                                                                                                                                                    | Resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Carolina, R. A., Reyes Ortiz, O. J., & Moreno Anselm, L. Á. (2 Enero - Junio 2016). Evaluación del comportamiento mecánico de asfalto natural a partir de muestras a temperatura ambiente provenientes de Caquetá, Colombia. <i>Rev. Investig. Desarro. Innov. Vol. 6,</i> 146. | Los resultados de Resistencia a Tracción Indirecta para las 4 zonas estudiadas, muestran que las probetas soportan cargas muy bajas con la metodología de mezclado a temperatura ambiente, para lo cual se recomienda hacer estudios adicionando material granular y un aditivo adicional, cómo y con metodología de mezclado a temperatura ambiente, evidencian mayor ductilidad en las probetas en estado húmedo que en estado seco. Las muestras falladas en estado seco presentan mayor resistencia que las muestras falladas en estado húmedo, teniendo diferencias de 3,50 Kg. |
| Rondón, H. A. (2012). Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla densa en caliente modificada con asfaltita. <i>Revista de Ingeniería</i> , 36, 12-19.                                                                                                               | La evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla densa en caliente modificada mediante asfaltita y teniendo en cuenta el análisis de los resultados de los ensayos realizados en la investigación se pudo establecer que la asfaltita mejora su comportamiento y característica de rigidez y resistencia en zonas cálidas del territorio nacional.                                                                                                                                                                                                                            |
| (Alvarez , Ovalles . . Rodríguez , Castillo, & Rivas, 2019). Calidad de adhesión y propiedades reológicas de asfaltos residuales., <i>DYNA</i> , pp. 357-366                                                                                                                    | En la presente investigación sobre la calidad de adhesión y propiedades reológicas de asfaltos residuales no modificados como alternativa de rehabilitación y mejoramiento especialmente para sectores vulnerables se aplica para vías secundarias y terciarias con la implementación de asfaltos modificados en frío que permite una mayor facilidad de operación y mantenimiento es importante establecer una adhesión óptima del componente granulométrico que permita su servisiabilidad y durabilidad.                                                                          |
| Bustamante Cortes, B., Gonzales Apache, A., & Rodríguez Piedraita, M. (2019). <i>Análisis del Uso y Comportamiento de la Asfaltita como Base y Sub Base en Pavimentos</i> . Girardot: Universidad Piloto de Colombia                                                            | El uso de la asfaltita logra mitigar la baja capacidad de las vías en el territorio nacional, además de ofrecer una alternativa en el ámbito de la construcción a un bajo costo con relación a los materiales que son utilizados en los pavimentos tradicionales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Cruz, D. E., & Salazar, W. O. (2019). Estudio del desempeño mecánico de una mezcla asfáltica natural, proveniente de la mina de pavas, en el departamento del Caquetá. Bogotá D.C: Universidad Católica De Colombia                                                             | Conociendo el alto contenido de asfalto (10.26%) en la mezcla asfáltica natural de investigación, resulta viable realizar ajustes necesarios en su estructura para mejorar condiciones mecánicas, mediante la adición de agregado de aporte para cumplir con diseños del INVIAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Los autores

Según las investigaciones realizadas a la mezcla de asfalto natural en su estado inicial extraído de la mina Las Pavas, se determinó que no cumple con los criterios de diseño de mezclas que plantea la especificación particular del INVIAS, Artículo 442P-17, “Mezcla asfáltica natural”, como alternativas de pavimentación utilizando Asfalto Natural en vías con bajos volúmenes de tránsito, categoría NT1. Pero existe la posibilidad de ajustar sus componentes estructurales para mejorar condiciones mecánicas, mediante la adición de un agregado de aporte o ligante asfáltico es decir se debe de crear fórmulas de trabajo del MAN para su empleo en vías de bajo volúmenes de tránsito.

Según las investigaciones realizadas a la mezcla de asfalto natural en su estado inicial extraído de la mina Las Pavas, se determinó que no cumple con los criterios de diseño de mezclas que plantea la especificación particular del INVIAS, Artículo 442P-17, “Mezcla asfáltica natural”, como alternativas de pavimentación utilizando Asfalto Natural en vías con bajos volúmenes de tránsito, categoría NT1. Pero existe la posibilidad de ajustar sus componentes estructurales para mejorar condiciones mecánicas, mediante la adición de un agregado de aporte o ligante asfáltico es decir se debe de crear fórmulas de trabajo del MAN para su empleo en vías de bajo volúmenes de tránsito.

Analizando los resultados vemos que los diferentes autores anteriormente relacionados discrepan sobre la implementación de la mezcla asfáltica natural toda vez que tienen un lineamiento investigativo diferente a la hora de realizar los ensayos al material, por consiguiente, los análisis y conclusiones reflejan puntos de vista diferentes.

A si la cosa se puede concluir que la mezcla asfáltica natural modificada con materiales de aporte es viable para mejoramientos de vías terciarias en el territorio nacional; lo que no es viable es implementarla en su estado natural por que no cumple las especificaciones mínimas técnicas que garantice su composición físicas, mecánicas y químicas y durabilidad del pavimento.

## DISCUSIÓN

El asfalto natural como material de investigación y técnica innovadora en la reposición de capas de rodadura, teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones anteriormente relacionadas posee propiedades físicas y mecánicas optimas que son importantes y permite la implementación en zonas rurales en los municipios del país y de la región.

En la búsqueda de su composición granulométrica y geomorfológica es posible encontrar dentro del perfil estratigráfico en zona de explotación componentes mineralógicos que posiblemente reduzcan su resistencia, adherencia, ductilidad y compactación del material denominado Asfalto natural también conocido como asfaltita; para determinar esta hipótesis es necesario realizar estudios y ensayos especializados que viabilicen si el material natural posee minerales que afecten las propiedades mencionadas. Por tal motivo es indispensable a las mezclas asfálticas

naturales realizarles ensayos reológicos y mineralógicos que determine su composición fisicoquímica.

## CONCLUSIONES

Desde hace algunos años se ha venido investigando sobre el material natural denominado asfalto natural o asfaltita y su comportamiento, propiedades físicas y mecánicas para implementarla como alternativa de rehabilitación, mejoramiento de la infraestructura vial del país en el análisis de resultados de los artículos anteriormente citados se pudo concluir que este material MAN funciona óptimamente en vías de bajos y medios volúmenes de tránsito con adecuadas fórmulas de trabajo que incluye adición de agregado grueso y/o emulsión asfáltica esto hace referencia para vías terciarias y secundarias del territorio nacional.

La intención de los análisis en los ensayos de laboratorios es poder determinar una fórmula de trabajo que permita la dosificación perfecta que garantice la durabilidad, los módulos de rigidez y su viscosidad óptima para obtener la densidad máxima permisible acercando a la especificación técnica del instituto nacional de vías INVIAS. Hay que tener en cuenta que para este material es viable que los procesos de mantenimiento en los posibles deterioros que se pueda presentar la vía tales como baches y ondulamiento permita su reposición rápida y serviciabilidad y confort en las vías de la región y del país.

Por ser un material de estado natural, la asfaltita no tiene propiedades definidas pues varían de acuerdo a la composición geomorfológica del suelo de donde es extraída, de acuerdo al estudio de sus propiedades físico mecánicas se determina la posibilidad de ser empleada dentro de la estructura de pavimento.

La especificación técnica INVÍAS Art.442P mezcla asfáltica natural; indica que de acuerdo al cumplimiento de los parámetros establecidos en la norma se pueda emplear la asfaltita en estado natural, caso contrario se debe emplear con adición de agregado aporte y/o emulsión asfáltica.

## Referencias

- Alarcón Peña, L. F. (2014). *Uso de la asfaltita para pavimentos en vías terciarias en Boyacá y Cundinamarca en la República de Colombia. Monografía*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá
- Alvarez, A., Ovalles, E., Rodríguez, A., Castillo, P., & Rivas, J. (2019). Calidad de adhesión y propiedades reológicas de asfaltos residuales no modificados y nano - modificado obtenidos de crudos pesados de pavimentación. *Dyna*, 86(209)357-366.
- Bustamante Cortes, B., Gonzales Apache, A., & Rodríguez Piedraita, M. (2019). *Análisis del Uso y Comportamiento de la Asfaltita como Base y Sub Base en Pavimentos*. Universidad Piloto de Colombia, Colombia
- Carolina, R. A., Reyes Ortiz, O. J., & Moreno Anselm, L. Á. (2016). Evaluación del comportamiento mecánico de asfalto natural a partir de muestras a

- temperatura ambiente provenientes de Caquetá, Colombia. *Rev. Investig. Desarro. Innov.* 6(1),146.
- Cruz , D. E., & Salazar, W. O. (2019). *Estudio del desempeño mecánico de una mezcla asfáltica natural, proveniente de la mina de pavas, en el departamento del Caquetá*. Universidad Catolica De Colombia, Bogotá, Colombia
- INVÍAS, I. N. (2013). *Especificaciones Técnicas*. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas>
- Reyes Ortiz, O. J., Fuentes Pumarejo, L. G., & Moreno-Torres, O. H. (2013). Comportamiento de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltos modificados con ceras . *Ingenierias y desarrollo* , 31(1), 161-178
- Rondon Quintana , H. (2015 ). Influencia de la temperatura de compactación sobre la resistencia de un material granular estabilizado con asfalto en caliente tipo MGEA\_. *Tecno Lógicas*.18(34), 51-62.
- Rondón, H. A. (2012). Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla densa en caliente modificada con asfaltita. *Revista de Ingeniería*, 36(1), 12-19.
- Sánchez Torres, Y. D. (2018). *UTILIZACIÓN DE ASFALTO NATURAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN COLOMBIA: UNA RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Colombia

## Notas

### 4. Discusión