

**UTILIZACIÓN DE ASFALTO NATURAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN COLOMBIA:
UNA RECOPIACIÓN BIBLIOGRÀFICA**



Autor:

YIZETH DAYANA SANCHEZ TORRES

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS
2018

UTILIZACIÓN DE ASFALTO NATURAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN COLOMBIA: UNA RECOPIACIÓN BIBLIOGRÀFICA

USE OF THE NATURAL ASPHALT IN THE CONSTRUCTION OF PAVEMENTS IN COLOMBIA: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Yizeth Dayana Sánchez Torres
Ingeniera Civil, Estudiante Especialización en Ingeniería de Pavimentos
Universidad Militar Nueva Granada
Bogota, Colombia,
U6100292@unimilitar.edu.co

RESUMEN

El progreso económico y desarrollo de cualquier país está atado a la infraestructura vial, ya que une los distintos sectores productivos, permitiendo la comercialización de los productos y la movilidad. La conexión de la red vial nacional es fundamental para el desarrollo regional. Con las asfaltitas y sus adelantos técnicos de desarrollo para su uso y aplicación, se potencializará el consumo masivo de estos materiales siendo esta mezcla asfáltica una alternativa de Construcción, Mantenimiento y Mejoramiento de la capa de rodadura en vías con bajos volúmenes de tránsito, con ventajas técnicas, económicas y de impacto ambiental, que se logran con la explotación y el aprovechamiento de este producto natural. Sin embargo, por la complejidad geológica se deben realizar estudios específicos para elegir y emplear las tecnologías más adecuadas para cada proyecto en particular.

Este artículo presenta una recopilación de información sobre las Asfaltitas, conocidas en la literatura técnica como Asfalto Natural y Mapia, se muestra información sobre documentos que se han elaborado acerca del tema, experiencias en su utilización, yacimientos en Colombia, potencialidad de implementación en la capa de rodadura y los beneficios que la asfaltita puede proporcionar a las mezclas convencionales. Las propiedades más importantes en las mezclas con asfaltita para carpeta de rodadura de pavimentos son: gran capacidad de soporte estructural y gran facilidad de colocación y manejo.

Palabras clave: Asfalto natural; Asfaltita; Mapia; mezclas asfálticas naturales; carpeta de rodadura; pavimentos; petróleo.

ABSTRACT

The economic progress and development of any country is associated with the growth of the road network, because it links the different productive sectors and

thus allows the commercialization of products such as mobility. The connection of the national road network is fundamental. The asphaltites present technological advances for their use and application that will enhance the massive consumption of these materials, being an alternative for Construction, Maintenance and Improvement of the rolling layer on roads with low traffic volumes that will have technical, economic and environmental impact advantages, that are achieved with the exploitation and use of this natural product. However, due to the geological complexity, specific studies must be carried out to choose and use the most appropriate technologies for each project.

This article presents a compilation of information about the Asphaltites, known in the technical literature as Natural Asphalt and Mapia, this compilation adjusts to documents that have been elaborated about the subject, experiences in its use, deposits in Colombia, potentiality of implementation in the layer of rolling and the Benefits that the asphaltita can provide to the conventional mixtures. The most important properties in mixtures with asphaltite for pavement treads are: high structural support capacity, volume stability, great ease of installation and handling.

Key Words: Natural asphalt; Asphaltite; Mapia; Natural asphalt mixtures; rolling folder; pavements; petroleum.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a excavaciones arqueológicas se evidenció el uso del asfalto proveniente de la destilación del petróleo en su forma natural en caminos construidos entre los años 3200 y 540 a. de C. en el Valle del río de Eufrates en Mesopotamia, territorio que hoy día se conoce como Irak, y en el Valle del río Indo, hoy conocido como Pakistán. Existe incluso información de que Cristobal Colón al descubrir el lago de la Isla de Trinidad, ubicada en el mar Caribe, (la mayor de la república de Trinidad y Tobago), utilizó el betún para reparar sus embarcaciones.

Francia utilizó un asfalto natural en 1802 para la carpeta superficial de pisos, puentes y bermas; luego se usó en Estados Unidos, propiamente en Filadelfia, Nueva York y Washington para la construcción de bermas, pavimentación de vías y aplicación de la primera mezcla asfáltica con arena, respectivamente.

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 [1].

Los asfaltos derivados del petróleo son los más utilizados en el mundo hoy en día; Se obtienen por medio de un proceso de destilación industrial del crudo. Sin embargo, su forma de producción genera niveles elevados de emisión de gases tóxicos (que repercuten en el ambiente de forma negativa, e incrementan el efecto invernadero) y dado el compromiso que se tiene a nivel mundial con el

ambiente, es necesario tomar medidas al respecto para reducir este tipo de situaciones.

Los asfaltos naturales (también conocidos como asfaltitas) se encuentran en la naturaleza como materiales viscosos en areniscas, aluviones y calizas. Se generan a través del fenómeno de migración del petróleo a la superficie, formado por la evaporación de constituyentes volátiles que se ponen en contacto con el aire. Son formaciones de minerales que se presentan en forma líquida o sólida [2]. La asfaltita es de color negro, compuesta por elementos de alto peso molecular [1].

En 1928, el gobierno colombiano encargó al geólogo Emil Grosse para que realizara un estudio preliminar sobre los yacimientos de asfaltos naturales en el centro de Boyacá, allí se evidenció que los porcentajes de asfalto eran bajos. En 1986 se encontró en el departamento de Caquetá una vasta zona donde habían yacimientos de asfalto natural y se usaban en carreteras [1].

Actualmente Colombia no cuenta con una correcta infraestructura vial debido a que las condiciones de calidad y comodidad de estas, no son adecuadas para los usuarios, esto lleva a una difícil comunicación terrestre entre algunos pobladores, principalmente en áreas rurales e incluso en áreas urbanas del país. La problemática tiene como principales motivos el mal estado de las vías, el insuficiente mantenimiento que se les realiza a las mismas y las restricciones de tránsito. Entre los daños presentes se destacan: el deterioro de la superficie y la falta de atención a puntos críticos, razón por la cual no existe una adecuada circulación de vehículos [3].

Adicionalmente, el parque automotor de vehículos se ha incrementado un 70% en los últimos 15 años [4], generando en las capas asfálticas grandes niveles de esfuerzo y deformación que deben ser contrarrestados con materiales asfálticos que presenten comportamientos más favorables que los tradicionales. Es así que con el objetivo de mejorar las propiedades de dichos materiales se han venido adelantando diversas investigaciones en la búsqueda de alternativas viables para el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales para la construcción de la malla vial en Colombia y en el mundo [5].

Las vías son parte fundamental en la evolución social de cualquier país, dado que implican la disminución de distancias y optimización en tiempos de viaje. Dicha evolución trae consigo nuevas necesidades, por lo que es necesario ir más allá de la construcción de la vía. Esto incluye hacer una adecuada utilización de los materiales que se emplean para su construcción y generar beneficios operacionales, ambientales y monetarios. Un material que puede garantizar estas condiciones es la asfaltita, que con un uso adecuado, es una gran alternativa para la pavimentación de carreteras [3].

Teniendo en cuenta 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 [6].

En la realización de este estudio se investigará la aplicabilidad del asfalto natural (asfaltita), en los proyectos de construcción, mejoramiento y mantenimiento de vías con nivel de tránsito NT1 en Colombia (Nivel de tránsito uno. De acuerdo a la clasificación propuesta por el INVIAS Corresponde a vías en las que el tránsito de diseño de las obras por construir es inferior a 0.5×10^6 ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño [7]), verificando que porcentajes de favorabilidad arroja su implementación sobre la capa de rodadura en proyectos viales. Esta investigación se hará por medio de la recopilación de información existente en los documentos que se han elaborado acerca del tema y sobre los usos de la Asfaltita en nuestro país.

1. CONCEPTOS BÁSICOS Y APLICACIONES DE LA ASFALTITA

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Asfalto natural (asfaltita): Material presente en la naturaleza, impregnado en areniscas, aluviones y calizas. Proviene de la refinación natural del petróleo, que a su vez contiene partículas volátiles que se evaporan al contacto con el aire debido a la migración del petróleo a la superficie por medio de rocas porosas y fisuras.

Las características de este asfalto natural son semejantes a las de un asfalto que se ha sometido a refinación industrial [2]. Entre sus atributos físicos se destacan: su color negro brillante y/o negro mate, es un mineral liviano, quebradizo, con muy pocas impurezas y elevado poder calórico, su aspecto resinoso y su punto de fusión sobre los 110°C (el cual es considerablemente elevado). Entre sus características químicas se destacan: la existencia de hidrocarburos con poca presencia de oxígeno y parafinas cristalizables, es decir que está compuesto por elementos de alto peso molecular [1]. Estas propiedades son de gran utilidad en la construcción de vías [8].

Mezcla Asfáltica Natural: Material compuesto esencialmente por arenas finas y conglomerados, impregnados de asfalto, lo cual es común en la mayoría de yacimientos en Colombia. El contenido de asfalto residual puede variar según el origen y la fuente de explotación [3].

Se utiliza para la conformación de capas de afirmado, subbase y base, en cualquier tipo de pavimento y en carpetas de rodadura, siempre y cuando cumpla con los requerimientos exigidos en las especificaciones del INVIAS [1].

Carpeta de rodadura: Es la capa superior de la estructura del pavimento, que se forma de mezclas bituminosas y que soporta directamente las solicitaciones del tráfico [3].

1.2 APLICACIONES DE LA ASFALTITA

Con el uso de la asphaltita y las mezclas asfálticas naturales se brinda una opción de construcción, mejoramiento y mantenimiento de vías para niveles de tránsito NT1, los productos terminados se utilizan en diferentes capas de la estructura del pavimento tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Usos de la Asphaltita en las diferentes capas de la estructura de pavimento.

CARPETA DE RODADURA	BASE	CARPETAS GRANULARES DE SOPORTE	AFIRMADO
Tratamiento superficial	Base asfáltica en frío	Base granular estabilizada con asphaltita en frío	Capa granular para mantenimiento de vías
Mezcla asfáltica natural en frío	Base asfáltica en tibio	Sub-base granular estabilizada con asphaltita en frío	
Mezcla asfáltica natural en tibio		Estabilizante de suelos de baja plasticidad	

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Se utiliza en la construcción en frío de capas de rodadora para vías urbanas, terciarias y reparcho, contando con un alto índice de calidad técnica y conservación del ecosistema, realizando obras de alta calidad y a bajos costos, garantizando un desarrollo vial y sostenible. También como tratamiento superficial para nivel de tránsito NT1. Para este tipo de vías, el INVIAS recomienda esta alternativa para reducir costos.

Otros usos de la asphaltita se deben a su impermeabilidad y densidad, por lo cual puede usarse como: protección superficial de cunetas, en zanjas de coronación y en taludes, ciclorutas, diques perimetrales, entre otros [2].

Para sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural y Base estabilizada con una mezcla asfáltica natural, se ejecutan trabajos que consisten en la construcción de dichas capas con un material de sub-base y base respectivamente con una mezcla asfáltica natural en vías con nivel de tránsito NT1 de acuerdo con las consideraciones específicas del proyecto. Para la aplicación de estas especificaciones se definen Sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural y Base estabilizada con una mezcla asfáltica natural, a la adición en planta, zona de acopio o en el sitio de una mezcla asfáltica natural previamente seleccionada con un agregado proveniente de trituración, de fuentes naturales, o ambos [7].

En la explotación de dicha mezcla asfáltica se debe hacer la clasificación correspondiente de manera cuidadosa a fin de que el material no presente sobre tamaños, no tenga presencia de materiales fósiles o de algún tipo de impureza que sea nociva para las capas que se van a conformar. Dichas

mezclas se diseñarán utilizando el método de Inmersión-Compresión definido en la norma INV E-622-17 [3].

2. ASFALTO NATURAL PARA LA CAPA DE RODADURA. CASOS DE ESTUDIO

Diariamente se hace notorio que las vías son las principales obras que empujan el desarrollo de una región, evidenciando la importancia de la conectividad de redes viales, por lo que se hace necesaria la implementación de diferentes materiales y mercados en sectores industriales. Con el asfalto natural se brinda una alternativa para la construcción de la capa de rodadura en vías, esto ha impulsado desde hace aproximadamente 25 años a utilizar este material en diversos proyectos con niveles de tránsito NT1, entre los cuales se destacan los que se relacionan a continuación por la vida útil que han tenido, algunos incluso 20 años después de su instalación como el caso de las vías internas del Proyecto Hidroeléctrico Miel I, muestra que este material si funciona en esta capa del pavimento.

Tabla 2. Obras ejecutadas con asfalto natural

EMPRESA	PROYECTO	AÑO
Hidromiel S.A. - Constructora Norberto-Odebrecht	Proyecto Hidroeléctrico Miel 1	1997 - 1998
ISAGEN, Municipio de Norcasia- Caldas	Construcción de las obras necesarias para la recuperación en MAPIA de la vía ubicada en Cra 4 calles 8 a 11.	2001
Alcaldía Municipal La Dorada	Asfalto natural para reparcheo plaza de mercado y plazoleta Santander.	2001
Alcaldía Municipal Puerto Boyacá - Boyacá	Mejoramiento de vías urbanas del municipio de Puerto Boyacá	2002
Alcaldía Municipal Chinchiná - Caldas	Protección superficial en la Urbanización Horizonte del municipio de Chinchiná.	2003
Unión temporal vías Colombia	Mantenimiento de la carretera Honda Río Ermitaño	2003
Alcaldía La Dorada - Caldas	Rehabilitación de la central de abastos calle 21 entre cra. 1 y 2 del Municipio de la Dorada.	2004
ISAGEN	Adecuación de la vía que conduce a la base militar subestación Miel.	2005

ISAGEN	Adecuación Helipuerto de la central Hidroeléctrica Miel I de Isagen.	2005
Consortio Manso Amani	Asfalto natural para pavimentación y repavimentación de calles y carreteras	2012
Mansarovar Energy Colombia LTDA	Suministro y aplicación de carpeta de rodadura en frío con MAPIA en tramos de vía Campo Velásquez y Asociación Nare	2012 - 2013

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Empresas del sector petrolero han aceptado favorablemente el uso de la asfaltita para la construcción y mejoramiento de vías internas de proyectos y vías rurales y urbanas, algunas de estas son: Pacific Rubiales Energy, Mansarovar Energy Colombia Ltda, - Ecopetrol, PetroSantander, Isagen S.A. ESP., Concesionaria Ruta del Sol, Constructora Odebrecht, entre otras [2].

IMAGEN	UBICACIÓN	TIPO DE PROYECTO
	Puerto Boyacá, Boyacá. Campo Velásquez	Mantenimiento de vía con asfaltita
	Puerto Gaitán, Meta. Campo Rubiales	Mejoramiento de vía con asfaltita



La Dorada,
Caldas.
Carrera 2da

Rehabilitación
de vía con La
asfaltita de
Norcasia



Ebéjico,
Antioquia.
Vía a
Medellín.

Vía secundaria
realizada con
asfaltita de
Mina San
Pedro

3. YACIMIENTOS DE ASFALTO NATURAL EN COLOMBIA

Los departamentos con más yacimientos de asfalto natural en Colombia son: Boyacá, Caldas, Caquetá, Tolima y Santander; Se estima que en el país hay por lo menos 26 minas de estos materiales, de este total, se tiene conocimiento de que al menos 5 de ellas se encuentran actualmente en explotación [9]. El material encontrado en las minas presenta entre 5% - 13% de asfalto.



Fig. 2. Yacimientos de asfalto natural en Colombia.

Fuente: Elaboración Propia a partir de [1].

Regularmente la explotación de la asfaltita se realiza a cielo abierto. Se utiliza el sistema de terrazas para avanzar en explotación haciendo compensación de niveles con el mismo material de la capa estéril. La relación promedio en explotación Útil: Estéril es 1:1 [10].

En estos afloramientos se encuentran asfaltos naturales constituidos principalmente por areniscas de color blanco, impregnadas de asfalto, con grano de tamaño medio. La concentración y calidad de asfalto presente en el material varía según la mina y de acuerdo con la profundidad; en la superficie el material es duro y el bitumen está oxidado, mientras en lo más profundo el material es cada vez mas blando por lo cual su extracción es más fácil y sus granos son más gruesos [1].



Fig. 3. Explotación a cielo abierto mina de Asfaltita de Norcasia, Caldas
Fuente: Tomada de [13].

4. POTENCIALIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL ASFALTO NATURAL EN LA CAPA DE RODADURA

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 frío o en caliente para asfaltos líquidos [11].



Fig. 4. Cantera Santa Teresa – Pesca Boyacá, conglomerado de asfaltita.
Fuente: Tomada de [14].

4.1 MATERIALES Y MÉTODOS

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 Asphaltita, 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 [9]. Las principales variables por reconocer en las asphaltitas son:

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

El objetivo 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 cual es objeto en este trabajo.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA ASFALTITA

La asphaltita utilizada 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 asphaltitas 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 – 07 [9 -10].



Fig. 5. Cantera Santa Teresa – Pesca Boyacá
Fuente: Tomada de [14].

A partir del ensayo de extracción cuantitativa del asfalto, norma INV-E- 213-07, se determinó el contenido de asfalto presente en la asfaltita proveniente del municipio de Pesca-Boyacá, resultando ser de 6% [12].

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO MINERAL ASFALTITA, INV E 782 – 07

Según reportes de laboratorio realizados al MAPIA [12]. Se realizó la respectiva gradación de las partículas encontradas en la asfaltita, encontrando la siguiente granulometría:

Tabla 3. Análisis granulométrico de Asfaltita

TAMIZ (mm/ US)	% PASA		MATERIAL DE MUESTRA
	MIN (%Tolerancia)	MAX (%Tolerancia)	
	MDC – 2 (07)	MDC – 19 (13)	
19 (3/4")	96	104	100
12,5 (1/2")	76,8	98,8	99
9,5 (3/8")	67,2	91,52	95
4,75 (No. 4)	47,04	67,6	78
2 (No.10)	28,13	46,35	61
0,425 (No. 40)	13,58	25,75	15
0,180 (No. 80)	7,76	17,51	2
0,075 (No. 200)	3,99	8,16	1,2

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

La fig. 6 muestra la curva resultante de la gradación de la asfaltita proveniente de Boyacá y las curvas propuestas para las mezclas MDC -2 (2007), Mezcla Tipo INVIAS MDC-19 (2013), para su límite superior e inferior.

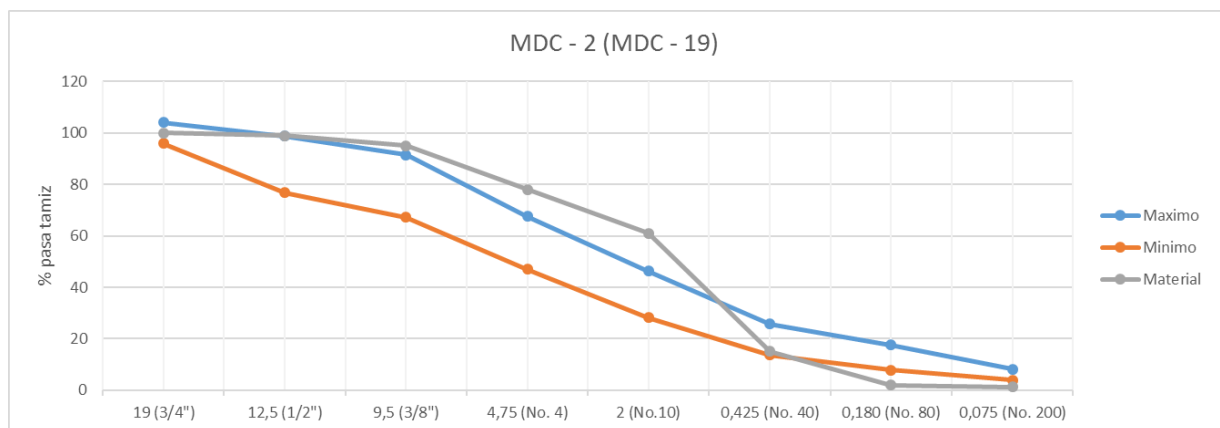


Fig. 6. Curva del límite superior e inferior de la MDC-2 con resultados obtenidos de la gradación de la asfaltita.

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Para un diseño de mezcla primero se debe ajustar la granulometría de la asfaltita a la curva MDC-2; teniendo en cuenta los ensayos exigidos para un material bituminoso por las especificaciones de construcción de carreteras del INVÍAS. La asfaltita adicionando material pétreo y/o diferentes aditivos en frío y en tibio, mejora el comportamiento de la mezcla asfáltica natural y con ello logar obtener una mezcla asfáltica que cumpla con las especificaciones del INVÍAS para una MDC-2.

En el Diseño de las mezclas asfálticas naturales podrán utilizarse tal como proviene de la mina sin necesidad de adicionar un agregado pétreo de aporte y/o un ligante asfáltico, siempre y cuando cumpla con todos los requerimientos exigidos en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, INVÍAS 2017. En caso de que la mezcla asfáltica natural no cumpla con algunos de los requerimientos exigidos en la tabla 442-8 del INVÍAS 2017, se recomienda evaluar alguna de las siguientes dos alternativas de mejoramiento [7]:

- a. Mezcla asfáltica natural con la adición de un agregado de aporte. Es aplicable cuando se tengan mezclas asfálticas naturales con altos contenidos de ligante asfáltico (mayor al 10%) que por sí solas no cumplan alguno de los requerimientos especificados, siendo necesario mejorar la estructura interparticular mediante la adición de un agregado de aporte.
- b. Mezcla asfáltica natural adicionando un agregado de aporte y una emulsion asfáltica. Aplicable a mezclas con bajos contenidos de ligante que no cumplan alguno de los requerimientos especificados, siendo necesario mejorar la estructura interparticular mediante la adición de un agregado de aporte e incrementar la cohesión mediante la adición de un ligante asfáltico provisto por una emulsión asfáltica de rotura lenta.

Para la asfaltita de carpeta de rodadura (objeto en este trabajo) se obtiene resultado como el siguiente [12], mezclando únicamente asfaltita y pétreos:

Tabla 4. Módulo dinámico para la asfaltita

Temperatura, °C	20		
Frecuencia, Hz	10		
Núcleo	1	3	5
BULK	2,212	2,223	2,228
Módulo Dinámico (MPa)	1327	1601	1860
	1400	1633	1893
Promedio (MPa)	1364	1617	1877
Promedio, MPa	1619		

Fuente: Reportes de laboratorio realizados al MAPIA. Corasfaltos. 2011 a 2016

Incluyendo aditivos u otro ligante en la mezcla puede duplicarse el valor del módulo mostrado.

Según un artículo investigativo “Caracterización y diseño de una mezcla densa en caliente con las Asfaltitas de Pesca Boyacá”, realizado por los Ingenieros Eliana Carmenza Salamanca Rodríguez y Cristian Felipe Santos Chaparro [13], se presenta a continuación los resultados de la caracterización de la Asfaltita Cantera santa Teresa:

Tabla 4. Caracterización del conglomerado – asfaltita (cantera santa teresa)

MATERIAL	NORMA	ENSAYO	RESULTADO	VALOR DE LA NORMA		DESCRIPCIÓN
ASFALTITA	INV E - 133 - 07	Equivalente de arena de suelos y agregados finos (%)	66	50% Min		La muestra presenta una textura suave, de color negro, de olor orgánico, presenta partículas finas, su condición de humedad es importante al tacto. El porcentaje de equivalente de arena indica que la arena se encuentra limpia, porque la cantidad relativamente de arcilla o contaminantes es baja. Los requisitos del agregado cumple con NT1, NT2, NT3, para bases granulares.
	INV E - 222 - 07	Gravedad específica y absorción del agregado fino (Gsb)	2.44	% ABSORCIÓN	3.65%	
	INV E - 222 - 07	Gravedad específica y absorción del agregado fino (Gsb -sss)	2.53	% ABSORCIÓN	3.65%	
	INV E - 222 - 07	Gravedad específica y absorción del agregado fino (Gsa)	2.69	% ABSORCIÓN	3.65%	
	INV E - 707 - 07	Gravedad específica y absorción del agregado fino (Gb)-LIXIVIADO	1.09	N.A		
	INV E - 732 - 07	EXTRACCIÓN CUALITATIVA DE ASFALTO (%)	4 - 6 %	N.A		
	INV E - 125 - 07	Límite líquido	17.18%	≤ 40 %		
	INV E - 126 - 07	Límite plástico	N.P	4 a 9		
	INV E - 706 - 07	Penetración (1/10) mm	224.78	200 - 250		
	INV E - 723 - 07	Destilación	N.P	N.A		
INV E - 709 - 07	Punto de ignición y llama mediante la copa abierta de Cleveland °C	93	≥ 200°C			

Fuente: Elaboración Propia a partir de [12].

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA ASFALTITA

Tabla 5. Análisis Químico de la Asfaltita Granulada y Líquida

MUESTRA SANTA TERESA			
ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Contenido de cenizas	ASTM D3174	Porcentaje	92.53
Contenido de humedad	ASTM D3173	Porcentaje	0.42
Contenido de materia volátil	ASTM D3175	Porcentaje	7.05

MUESTRA LIQUIDA ASFÁLTICA			
ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Contenido de cenizas	ASTM D3174	Porcentaje	0.52
Contenido de humedad	ASTM D3173	Porcentaje	2.22
Contenido de materia volátil	ASTM D3175	Porcentaje	97.26

Fuente: Caracterización de las asfaltitas de pesca Boyacá – Cantera Santa Teresa [14]

Con relación a la utilización de la asfaltita de la cantera Santa Teresa, Pesca-Boyacá como agregado fino y a la vez como bitumen en la elaboración de mezclas asfálticas exigidas para un nivel de tránsito 1, se observa que es aceptable su uso, basado en el cumplimiento de especificaciones INVIAS, además de su respuesta económica óptima ante las mezclas asfálticas convencionales [1].

La mina citada cuenta con especificaciones particulares para uso de La asfaltita en capas estructurales de pavimentos. Desde el 2.007 existe en el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá) una especificación para el diseño y construcción de los asfaltos naturales en frío y actualmente se promueve ante INVIAS un documento similar para uso en todo el territorio nacional [9].

Los materiales más utilizados en la capa de rodadura son: Asfaltita con o sin adiciones + Agregados Petreos y cuando se requiera mayor resistencia se utiliza un porcentaje de asfalto (crudo), así se comportaría como una mezcla MDC-1 Y MDC-2. Para seleccionar los materiales se debe considerar la disponibilidad, los costos, la aplicación y las características del proyecto.

5. BENEFICIOS OPERACIONALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS DEL USO DE LA ASFALTITA EN LA CAPA DE RODADURA.

5.1 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 asfaltita 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 recicla se mejora y reutiliza 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.

5.2 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 lixiviados 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

5.3 ECONÓMICOS

- El asfalto natural mantiene sus propiedades por períodos 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)

CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada se puede concluir que el asfalto natural puede usarse en vías con diferentes niveles de tránsito en las diferentes capas del pavimento, previa caracterización y modificación con agregados pétreos y/o aditivos químicos; sin embargo, las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías, sugieren que se utilice en vías con nivel de tránsito NT1.

A pesar de que la explotación de la asfaltita genera cierto impacto en algunos recursos naturales, se mencionan varios beneficios ambientales en comparación con los tipos de pavimentos tradicionales, entre los cuales se incluyen el bajo consumo energético y si se usa en frío no genera hidrocarburos, no hay emisión de gases tóxicos y no genera grandes cantidades de material particulado en el aire.

Se prevee, de acuerdo con la literatura revisada y con los antecedentes encontrados, que la utilización de la asphaltita (material no convencional) logra ser muy amplia, y técnicamente muy competitiva, pueden resultar de gran utilidad en la industria vial para el uso en la pavimentación de vías terciarias o vías de bajo tránsito de la red vial nacional, usándose en reemplazo del asfalto derivado del petróleo.

El asfalto natural, tiene gran potencial para usarse en la carpeta asfáltica de proyectos viales en Colombia en los lugares cerca de los yacimientos donde se explota el producto, ya que frente a la metodología tradicional se reducen los precios a la tercera parte. Es importante aclarar que las asphaltitas se pueden transportar a sitios lejanos de las minas donde se extraen, en este caso debe hacerse un análisis técnico y económico para cada proyecto en particular y establecer su viabilidad.

La Asphaltita ha surgido como una alternativa para la construcción de vías y sus características técnicas cumplen para la elaboración de mezclas asfálticas; los resultados permitieron confirmar que el material se puede emplear para la conformación de capas superficiales en vías con bajos volúmenes de tráfico y que éstos se podrían utilizar también en la fabricación de concreto asfáltico para vías con mayores exigencias de carga. El INVIAS expedirá Especificaciones de Construcción para dar buen uso a estos materiales en capas estructurales de pavimentos.

Los asfaltos modificados con productos naturales (asphaltitas), mejoran la susceptibilidad térmica y agrietamiento, sin perjudicar la resistencia a la fatiga; Para mejorar la calidad de la mezcla asfáltica fabricada con asphaltitas naturales, se debe ajustar la granulometría y contenido de asfalto. También es posible mejorar la consistencia del bitumen, que contiene una asphaltita natural, mediante aditivos especiales.

Las vías terciarias son vitales para el desarrollo regional de un país. En este sentido, y debido a la alta diversidad tanto en los suelos como en las condiciones climáticas que existen en las diferentes regiones del país, se debe reconocer que no existe una única técnica que pueda ser aplicada a nivel nacional. No obstante, el éxito de estos proyectos viales exige la ejecución de estudios específicos que permitan seleccionar y aplicar las tecnologías más apropiadas para cada tipo de proyecto.

Conforme a la bibliografía revisada, Debido a su condición de material natural, se encontró que los asfaltos son muy susceptibles a cambios químicos durante su vida útil. Por esta razón, es fundamental cuantificar sus propiedades luego de ser sometidos a procesos que simulan su envejecimiento, con el fin de predecir su comportamiento durante la vida de servicio de la carretera.

REFERENCIAS

- [1] Alarcón Peña, L. F. (2014). *Uso de la asfáltita para pavimentos en vías terciarias en Boyacá y Cundinamarca en la República de Colombia*. Monografía, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- [2] Colombiana de asfaltos S.A. , Colasfaltos;. (2009). *Mapia, asfalto natural*. La Dorada.
- [3] Mesa Barrera, L. (2013). *Caracterización del material y diseño de mezcla de asfalto natural (asfaltita). Caso: Mina la Emilia, Municipio de Pesca, Boyacá*. Universidad Santo Tomás, Tunja.
- [4] Ministerio de Transporte, MINTRANSPORTE, 2016
- [5] Rondón Quintana, H. A., & Reyes, F. A. (2009). Comportamiento de una mezcla densa en caliente elaborado con asfaltos modificados con asfaltita. *Revista Tecnológicas*, 21.
- [6] Ruiz Acero, J. C., Reyes Ortiz, O. J., & Moreno Anselmi, L. Á. (2016). Evaluación del comportamiento mecánico de asfalto natural a partir de muestras a temperatura ambiente provenientes de Caquetá-Colombia. *Revista de Investigación y Desarrollo e Innovación*, 6(2), 145 -154. doi:10.19053/20278306.3115.
- [7] Instituto Nacional de Vías, INVIAS. (2017). *Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras*. Bogotá.
- [8] Centro de investigación de asfaltos, Corasfaltos, 2013.
- [9] Caro Silvia & Caicedo, Bernardo. “*Tecnologías para vías Terciarias: Perspectivas y experiencias desde la academia*”. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes, No.45, 2017, pp 12 –21*.
- [10] Peña Acosta, E. A. (2017). *Mejoramiento de vías secundarias y terciarias en Colombia con el uso de Mezcla Asfáltica natural en Frío (Asfaltitas). Análisis, Aplicaciones y Casos Exitosos*.Expo- Asfalto 2017, Bogotá.
- [11] Santos Montero, D. A. & Luna Navarro, R. A (2012). *Asfaltos naturales: La “Mapia” y “Asfaltita”, Alternativas de construcción para Obras de Infraestructura vial en el contrato Ruta del Sol tramo 1*. Monografía, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga.
- [12] Reportes de laboratorio realizados al MAPIA. Corasfaltos. 2011 a 2016.
- [13] Salamanca Rodríguez, E. C. & Santos Chaparro, C. F (2012). *Caracterización y diseño de una mezcla densa en caliente con las Asfaltitas de Pesca Boyacá*. Trabajo de Grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,Tunja.

- [14] Higuera Sandoval, C. H., Salamanca Rodríguez, E.C., & Santos Chaparro, C. F (2012). “*Caracterización de las asfaltitas de pesca Boyacá – Cantera Santa Teresa*”. *Revista Ingenio*, vol 5, No.1, pp 38 – 45. <http://revistas.ufpso.edu.co/index.php/ringenio/article/viewFile/25/14>