



<http://construtorameco.com/mezcla-asfaltica/>

Estudio del comportamiento de Asfaltos Naturales en Mezclas Asfálticas Fabricadas con Asfalto AC- 20 y Granulometría MD-12

Ruiz Acero Johana Carolina
Moreno Anselmi Luis Ángel
Reyes Ortiz Oscar Javier

Estudio del comportamiento de Asfaltos Naturales en Mezclas Asfálticas Fabricadas con Asfalto AC-20 y Granulometría MD-12

RUIZ ACERO Johana Carolina
Universidad Militar Nueva Granada
Johana.ruiz@unimilitar.edu.co

MORENO ANSELMI Luis Ángel
Universidad Militar Nueva Granada
Luis.moreno@unimilitar.edu.co

REYES ORTIZ Oscar Javier
Universidad Militar Nueva Granada
Oscar.reyes@unimilitar.edu.co

Resumen: 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 y 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, que a su vez se comuniquen con vías férreas, puertos marítimos y fluviales. Además, por ser un país muy rico en materia fluvial navegable y por tener dos costas oceánicas, debe proporcionar facilidades a los comerciantes, con la importación y exportación de sus productos. Actualmente, el pavimento comúnmente utilizado 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 la asfaltita, provenientes de fuentes naturales. De los resultados obtenidos se denota la viabilidad del uso de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltita y con cemento asfáltico AC-20, dadas las altas resistencias que se observaron; sin embargo, se recomiendan ensayos dinámicos sobre estas mezclas.

Palabras clave: asfalto natural, mezclas asfálticas densas en caliente, diseño Marshall.

Abstract: The economic development of a country is linked to the road infrastructure, because it can unite the different productive sectors, enabling the transport and marketing of products and mobility of passengers. In Colombia, with the growth of international trade, and the opening of Free Trade Agreement, the nation should guide their projects to improve the roads infrastructure, specifically improving the connectivity of the main network with secondary and tertiary roads which in turn communicate with railways, sea and river ports, in fact Colombia is a country very rich in navigable waterway matter and have two oceanic coasts to give a facility to traders to import and export their products. Actually, the pavement structure commonly used is the flexible pavements, which have damages and premature failure due to weather conditions (temperature and humidity) and traditional designs based on the mix of stone aggregates and asphalt from petroleum distillation. That is why looking for the implementation of other materials such as natural asphalt, natural sources that may be a viable option to help with the aforementioned aspects and interconnecting remote areas with municipal heads from laboratory tests using modified as the AC-20 and MD-12 IDU grading asphalt cements. This in order to show the viability of these asphalt mixtures made with natural asphalt on tertiary roads.

Keywords: Natural Asphalt, Hot Mix Asphalt dense, Design Marshall.

1. Introducción

Los pavimentos de las carreteras colombianas sufren un gran deterioro, debido, sobre todo, a las diferentes condiciones climáticas a las que están sometidas y a la utilización en los diseños de materiales convencionales. Los mantenimientos oportunos de la infraestructura vial es, sin lugar a duda, el mejor procedimiento para garantizar la inversión inicial de construcción, por cuanto disminuye costos y alarga la vida del pavimento. Por esto es importante evaluar, en laboratorio, las características y propiedades de otros materiales no tradicionales, como la asfaltita, mezcla natural que puede llegar a cumplir parámetros y especificaciones técnicas para la obtención de un producto que pueda ser instalado en las carreteras y que garantice una buena durabilidad del pavimento.

En el país, las carreteras desempeñan un papel muy importante en el desarrollo económico, puesto que no solo sirven para movilizar todo el mercado de importación y exportación, sino que son un polo de desarrollo social y cultural en la unión de los pueblos. En consecuencia, las condiciones de la red vial colombiana deben brindar una mayor seguridad y comodidad al usuario, para lo cual deben realizarse mantenimientos rutinarios preventivos y no esperar el deterioro o la casi intransitabilidad de las carreteras para iniciar su reparación.

Un país genera evolución social, económica y cultural cuando sus pueblos están unidos y se recortan distancias entre sus ciudades. Esto se logra,

precisamente, con vías en las mejores condiciones, y por ello mismo los pavimentos que las cubren deben ser de buena calidad. El asfalto natural “asfaltita” es una solución para la pavimentación de vías, ya que su costo es más económico; de ahí que el presente artículo investigue y trate sobre el diseño de una mezcla óptima, donde este material sea utilizado correctamente y pueda ser una posible solución para el mejoramiento de la malla vial:

“En la actualidad, Colombia cuenta con 120.000 km de carreteras de los cuales 12.500 km están pavimentados. Casi todo corresponde a vías de dos carriles, pues sólo existen unos 100 km de vías de doble calzada con separador central. 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 Colombia que buscan nuevas alternativas para mejorar algunas de las propiedades y conocer el comportamiento de las mezclas convencionales; algunas de ellas incorporan materiales como la asfaltita, para lograr optimizar los pavimentos y obtener mezclas asfálticas con mejores propiedades mecánicas y dinámicas. Se han realizado trabajos investigativos que permiten modificar los asfaltos y mejorar sus características.

En Colombia se tienen noticias, desde hace mucho tiempo, sobre la utilización de asfaltos naturales en la construcción de pavimentos para carreteras y calles. En 1928, por encargo del Gobierno nacional,

el geólogo Emil Grosse realizó un estudio preliminar sobre los yacimientos de asfalto en la región central de Boyacá. En aquel entonces se explotó el asfalto con fines comerciales, aunque en forma muy rudimentaria: esta explotación se hacía a tajo abierto o subterráneamente, mediante galerías o cruzadas, sistema que producía pérdidas hasta del 45%. En este estudio se encontraron porcentajes de asfaltos bajos y un comportamiento deficiente de los asfaltos en los pavimentos, en razón a la baja tecnología aplicada.

Según las metodologías de Marshall y Ramcodes (), se puede concluir que las mezclas bituminosas diseñadas con asfaltita, para el límite central de las especificaciones, van a presentar un mejor desempeño a lo largo de su vida útil, debido a que tienen una relación más cercana a las especificaciones de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (Invías, 2007), exigidas para un nivel de tránsito 1. Por su parte, para un nivel de tránsito 2, los valores encontrados para las propiedades mecánicas se encuentran por fuera de los límites con respecto a las especificaciones, pero esto se podría optimizar al incluir un aditivo en el proceso constructivo que contribuya a mejorar la calidad de la mezcla.

De acuerdo con lo anterior, el objeto de este proyecto es realizar procesos experimentales con materiales naturales, como lo es la asfaltita, procedente de Pesca, departamento de Boyacá. Así se busca evaluar el comportamiento y los beneficios que este material pueda aportar a las mezclas convencionales, mediante ensayos en el laboratorio. Se determinará si las características y propiedades con las que cuenta la asfaltita pueden cumplir las especificaciones exigidas por el Instituto de

Desarrollo Urbano (IDU) y ser una alternativa importante al momento de construir, rehabilitar y mejorar gran parte de la infraestructura vial, ya que esta mezcla natural, en comparación con mezclas convencionales que son utilizadas actualmente, tiene un costo menor. Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que se elaboraron probetas con asfaltita pura y probetas modificadas con agregados pétreos, según curva granulométrica del IDU y asfalto AC-20.

2. Metodología

Para conocer el comportamiento de asfaltos naturales en mezclas asfálticas fabricadas con asfalto AC-20 y granulometría MD-12, fue necesario caracterizar la asfaltita proveniente de Pesca, Boyacá, lo que incluía hallar el contenido de asfalto y conocer la granulometría. Luego se realizaron probetas con asfaltita pura y también probetas con asfaltita, agregados y asfalto, usando el porcentaje óptimo hallado. Para la fabricación de muestras se usó la granulometría MD-12 del IDU y asfalto AC-20. Finalmente, se fallaron las muestras en estado seco, húmedo y envejecido, según lo indica el ensayo Marshall, con el fin de conocer la viabilidad de los materiales utilizados sobre vías terciarias de Boyacá.

Caracterización de los materiales:

Contenido de asfalto de la asfaltita. 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, a saber: 6%.

Curva granulométrica presente en la asfaltita. Se realizó la respectiva gradación de las partículas encontradas en la asfaltita. Se encontró la siguiente granulometría (figura 1).

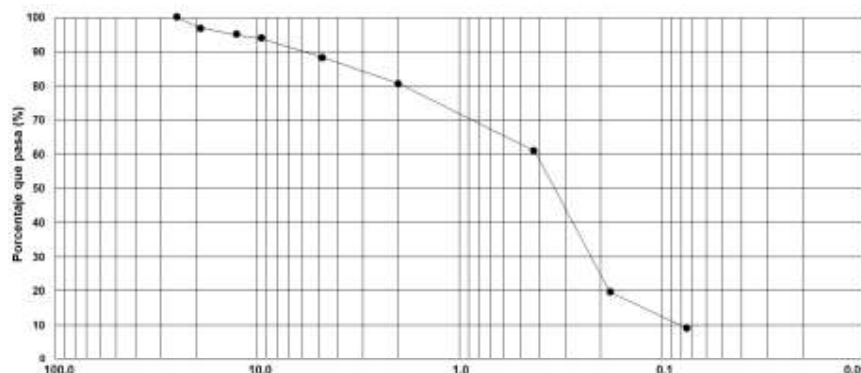


Figura 1: Granulometría Asfaltita

Fuente: Autores

Diseño de mezcla. Se fabricaron muestras con asfáltita, agregados y asfalto, para lo cual se ajustó, en primer lugar, la granulometría de la asfáltita a la curva MD-12 del IDU. En la figura 2 se muestra la curva resultante de la gradación de la asfáltita

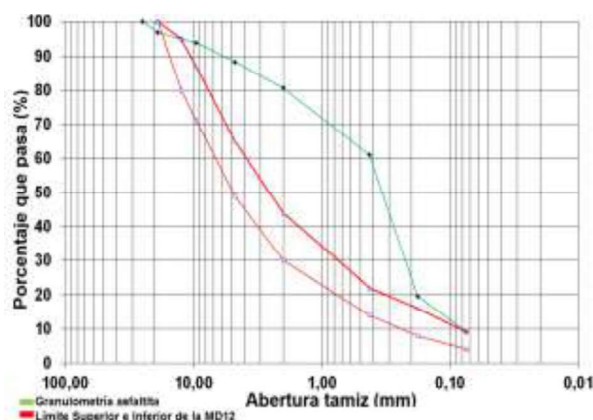


Figura 2: Curva del límite superior e inferior de la MD-12, con resultados obtenidos de la gradación de la asfáltita
Fuente: Autores

El asfalto utilizado para la fabricación es un cemento asfáltico modificado, denominado AC-20, elaborado a partir de la base asfáltica que proviene de los fondos de destilación al vacío de crudos seleccionados y cuya viscosidad está comprendida

proveniente de Boyacá y las curvas propuestas para las mezclas MD-12 para su límite superior e inferior. Adicionalmente, en la figura 3 se muestra la curva granulométrica de la asfáltita, ajustada a una media entre los límites de la MD-12.

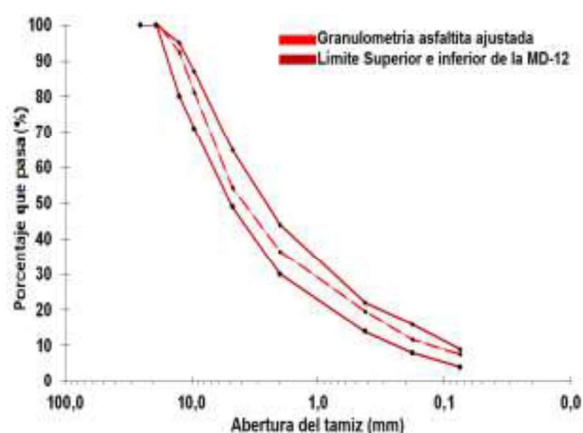


Figura 3: Curva del límite superior e inferior de la MD-12, con resultados obtenidos de la gradación de la asfáltita
Fuente: Autores

entre 1600-2400 Poises a 60°C. El asfalto por utilizar tiene un porcentaje de aditivo mejorador de una adherencia del 1%. En la tabla 1 se indican sus especificaciones y en la figura 5 se muestra la curva reológica.

ESPECIFICACION ASTM D-3381					
CARACTERÍSTICA	UNIDADES	NORMA ENSAYOS	AC-20		Resultado
			Mín.	Máx.	
Penetración (25°C, 100 g, 5 s)	1/10mm	ASTM D-5	60		64,4
Viscosidad Cinematica 135°C	cSt	ASTM D-2170	300		346,3
Viscosidad Dinamica (60° C)	P	ASTM D-4402	1600	2400	2010
Solubilidad en tricloroetileno	%	ASTM D-2042	99		99,9
Punto de ignición mediante copa abierta de Cleveland	°C	ASTM D-92	232		290
Peso Especifico a 25°C		ASTM D-287	REPORTAR		1017
ANALISIS AL RESIDUO DE PERDIDA DE MASA POR CALENTAMIENTO EN PELICULA DELGADA EN MOVIMIENTO (RTFOT)					
Pérdida de masa por calentamiento en película delgada en movimiento (163°C, 75 minutos).	%	ASTM D 2872	-	1	0,37
Ductilidad a 25°C; 5 cm/min	cm	ASTM D-113	50	-	122
Viscosidad Dinamica (60° C)	P	ASTM D-4402		10000	5230
Temperatura de mezcla (°C)	°C	ASTM D 1559	REPORTAR		148-153
Temperatura de compactacion (°C)	°C	ASTM D 1559	REPORTAR		137-142

Tabla 1: Especificación ASTM D-3381
Fuente: Autores

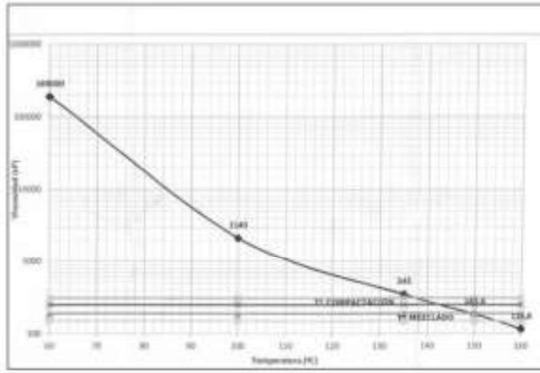


Figura 4: Curva reológica del asfalto AC-20
Fuente: Latinco S.A., proceso PR-S-15

Se realizaron muestras de asfaltita con agregados y asfalto, adicionando porcentajes de 2, 2.5, 3 y 3.5% de este último componente. Se obtuvo un porcentaje óptimo de 3,1%, de acuerdo con los resultados en el porcentaje de vacíos, en la estabilidad y el flujo. En las figuras 5 y 6 se muestran los resultados de estabilidad y flujo, respectivamente.

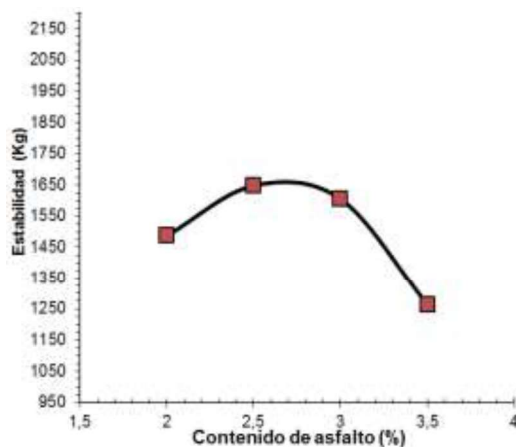


Figura 5: Estabilidad (porcentajes de 2, 2.5, 3 y 3.5 de asfalto)

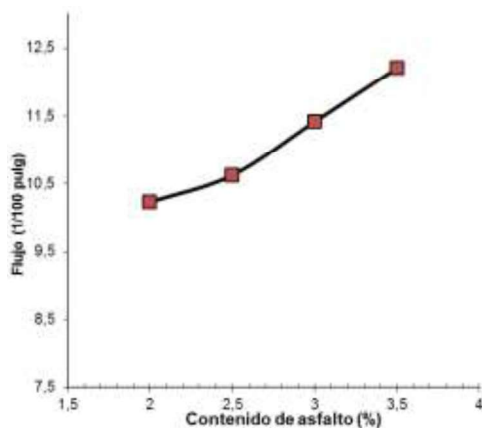


Figura 5: Flujo (porcentajes de 2, 2.5, 3 y 3.5 de asfalto)

3. Análisis de Resultados

Se construyeron muestras de asfaltita pura y muestras de asfaltita, agregados y asfalto, en estado seco, húmedo y envejecido. Para tener un punto de comparación de los resultados obtenidos de la investigación con normativa estipulada por el IDU, se compara la estabilidad y el flujo con criterios de diseño de mezcla de esta entidad (tabla 2).

Característica	Norma de ensayo	Mezcla Densa, Semidensa y Gruesa			Mezcla alto módulo
		Categoría de tránsito			
		To T1	T2 T3	T4 T5	
Compactación (golpes/cara)	INV E-748-07	50	75	75	75
Estabilidad mínima (kg)	INV E-748-07	600	750	900	1500
Flujo (mm)	INV E-748-07	2-4	2-4	2-3.5	2-3

Tabla 2: Criterios de Diseño de Mezcla
Fuente: IDU, sección 510-11

En la figura 7 se observan los resultados de la estabilidad en estado seco para la asfaltita pura, que presenta resultados mínimos de resistencia según se evidencia en las muestras 1 y 2; mientras que las muestras 3 y 4, que fueron adicionadas con cemento asfáltico AC-20, presentan resistencias de 5200 y 5400 kg.

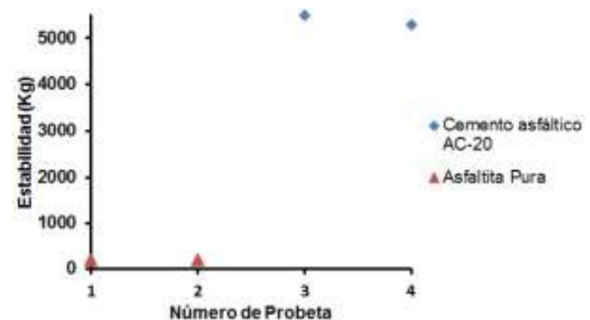


Figura 7: Estabilidad en estado seco de asfaltita pura y adicionada con cemento asfáltico AC-20

En la figura 8 se muestra el flujo en estado seco de las muestras 1, 2, 3 y 4. Por un lado, las adicionadas con asfaltita presentan deformaciones de 2,1 y 2,4 mm, lo cual cumple con la categoría de tránsito T2, T3, T4 y T5; por otro lado, las muestras adicionadas con cemento asfáltico AC-20 presentan deformaciones de 3,40 y 4,80 mm, a partir de lo cual se induce que la muestra 4 cumple para una categoría de tránsito T4 y T5, mientras que la muestra número 3 no cumple con los criterios del IDU.

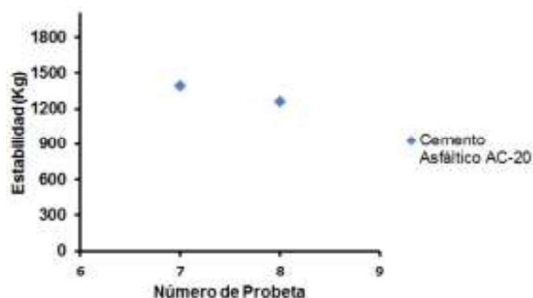


Figura 8: Flujo en estado seco de asfaltita pura y adicionada con cemento asfáltico AC-20

A continuación, en la figura 9 se muestran los resultados de estabilidad para cemento asfáltico AC-20 en estado húmedo, dado que al someter las muestras 5 y 6 con asfaltita pura al estado húmedo, estas se deshicieron en su totalidad. Las muestras 7 y 8 adicionadas presentan resistencias de 1394 y 1262 kg, lo cual muestra que está por encima de las categorías T2, T3, T4 y T5.

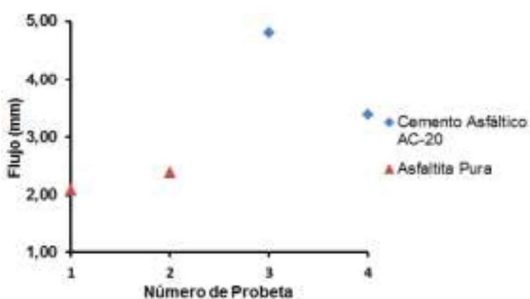


Figura 9: Estabilidad en estado húmedo de muestras adicionadas con cemento asfáltico AC-20

Las muestras 5 y 6 fabricadas con asfaltita pura y sometidas a estado húmedo se deshicieron en el proceso, por lo que no se pudo efectuar la respectiva falla. En la figura 10 se observan los resultados de flujo para las muestras adicionadas. En el caso de las muestras 7 y 8, presentaron deformaciones de 10,24 y 11,81 mm, lo cual no cumple con la normativa de comparación, es decir, no aplica para ninguna categoría de tránsito.

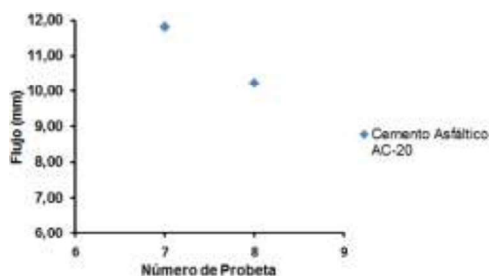


Figura 10: Flujo en estado húmedo de muestras adicionadas con cemento asfáltico AC-20

El envejecido fue el último estado al que se sometieron las probetas. A continuación se evidencian los resultados de estabilidad (figura 11); para el caso de la asfaltita pura, la resistencia fue de 36 y 43 kg, lo cual no cumple con los criterios expuestos por el IDU. Por su parte, las muestras 11 y 12 presentaron resistencias de 1600 y 1761 kg, lo cual cumple con las categorías de tránsito.

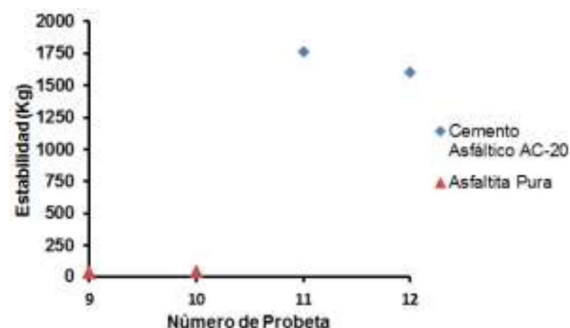


Figura 11: Estabilidad en estado envejecido de muestras adicionadas con asfaltita pura y cemento asfáltico AC-20

En la figura 12 se evidencia que las muestras 9 y 10 tuvieron deformación de 0,08 y 0,10 mm, lo cual es un valor muy bajo para las exigencias del IDU: entre 2 y 4 mm, mientras que en el caso de las muestras 11 y 12, estas presentaron deformaciones de 2,70 y 3,40 mm, con lo cual se ajustan a los parámetros requeridos.

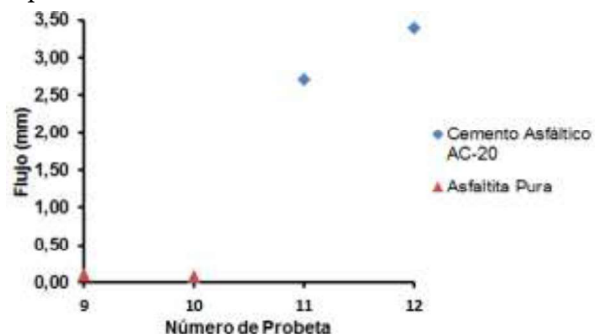


Figura 12: Flujo en estado envejecido de muestras adicionadas con asfaltita pura y cemento asfáltico AC-20

4. Conclusiones

La estabilidad en las probetas fabricadas con asfaltita pura resultó tener valores muy bajos que no cumplirían con las especificaciones ni del Invías ni del IDU, pero cabe mencionar que en estado seco presentaron mayor resistencia que en estado envejecido.

La asfaltita pura resulta ser susceptible al agua en gran medida, dado que al someterla a este estado crítico, las probetas no tuvieron adhesión ni

cohesión entre partículas; por el contrario, se deshicieron en su totalidad. Las deformaciones que presentaron las muestras de asfaltita pura en estado seco resultaron ser mayores que en estado envejecido, por lo cual, para el primer caso, cumplen con los criterios del IDU.

Las muestras adicionadas con cemento asfáltico AC-20 mejoraron el comportamiento de la asfaltita, al presentar resultados de resistencia en estado seco por encima de los 5000 kg. De igual manera, para los tres estados a los que se sometieron las muestras, los resultados mostraron valores de estabilidad por encima de los criterios del IDU.

La deformación presentada en las muestras en estado húmedo con cemento asfáltico AC-20 tuvo valores altos que no cumplen con las especificaciones del IDU, mientras que en estado envejecido la deformación es aceptable en los criterios dispuestos. Por su parte, el uso de cemento asfáltico tipo AC-20 es óptimo para la elaboración de mezclas asfálticas con asfaltita, dado que las resistencias son altas, lo que permite deducir una buena adhesión y cohesión entre partículas.

Se concluye la viabilidad del uso de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltita y con cemento asfáltico AC-20 en vías terciarias de zonas aledañas al municipio de Pesca, Boyacá.

Se recomienda realizar ensayos dinámicos como ahuellamiento y fatiga, dado que el potencial del cemento asfáltico podría sugerir el uso de estas mezclas asfálticas en vías secundarias o primarias. También se recomienda evaluar la fragilidad y ductilidad de las mezclas asfálticas fabricadas con el cemento asfáltico AC-20 a partir de ensayos de resistencia a tracción indirecta.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen de manera formal a la Universidad Militar Nueva Granada, por su apoyo al proyecto de investigación del grupo ICDIST, del programa de Ingeniería Civil, Facultad de Estudios a Distancia.

6. Referencias

- Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia (Asopac) (2004). *Cartilla de pavimentos*.
- Chaparro, H. y Gómez, F. (2000). *Utilización de una mezcla asfalto-asfaltita, Santander* (tesis de grado). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- García, E. (2000). *Análisis de los pavimentos construidos con asfalto natural en la vía Dorada - Norcasia*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Gobernación de Caldas (2009). *Consultoría para la evaluación, caracterización de obra y presupuesto de los trabajos para el mejoramiento y mantenimiento en "Mapia" (material pétreo impregnado de asfalto) de la vía "La Esperanza-El Arbolito-Tabacal", Municipio de Villamaria, incluido en el programa de pavimentación de la Gobernación de Caldas*. Manizales: Autor.
- González, D. y Segrera, C. (2008). Tecnología en caliente de asfaltos naturales, para pavimentación en vías de primer orden. Recuperado de <http://goo.gl/5ai1ma>
- León, Y. y Elsy, A. (2012). *Mejoramiento del comportamiento mecánico del asfalto natural para construcción y mejoramiento de vías de San Vicente del Caguán – Caquetá* (tesis de grado). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Parra, N. y Rubio, J. (2011). *Estudio del comportamiento mecánico del asfalto natural para la construcción y mejoramiento de vías de San Vicente del Caguán – Caquetá* (tesis de grado). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Ruiz, J., Reyes, Ó. y Moreno, L. (2013). Estudio del comportamiento de asfaltitas provenientes de Caquetá en mezclas asfálticas de granulometría densa. *XIX Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos*. Bogotá, Colombia.
- Salamanca, E. C. y Santos, C. F. (2012). *Caracterización y diseño de una mezcla densa en caliente con las asfaltitas de Pesca, Boyacá. Cantera Santa Teresa*. Boyacá.
- Secretaría de Infraestructura (2002). *Especificaciones técnicas para el diseño y la construcción de capas estructurales de pavimentos con asfaltos naturales en frío*. Tenjo, Colombia: Autor.