

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

## Estudio comparativo de mezclas asfálticas

### Comparative study of asphaltic mixtures

María Cazorla

[maria120891@hotmail.com](mailto:maria120891@hotmail.com)

Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero, Coro  
Venezuela

María Meléndez

[grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve](mailto:grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve)

Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero, Coro  
Venezuela

Dixá Obando

[grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve](mailto:grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve)

Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero, Coro  
Venezuela

Recibido: 16 de mayo de 2019

Aprobado: 17 de junio de 2019

## RESUMEN

En base a los resultados experimentales obtenidos se procedió analizar las propiedades físico-mecánicas en distintas briquetas de mezclas asfálticas, en caliente tipo IV, elaboradas. Esto fue comparado con las especificaciones de la norma Venezolana COVENIN 2000:87. Entre las conclusiones más resaltante está referida a la factibilidad de adicionar a las mezclas un 3% de vidrio, por ofrecer mejor resistencia y estabilidad mientras es desfavorable añadir más de esta cantidad porque resulta muy rígida y susceptible al quiebre. En visto de lo anterior se propone la aplicación de este estudio en la elaboración de las mezclas asfálticas, así disminuir el volumen de desecho presente en la comunidad, conduciéndose en un beneficio ambiental, por consiguiente se constituye la investigación en una respuesta integral, es decir da solución a las problemáticas detectadas en el abordaje realizado en la comunidad.

**Palabras clave:** desarrollo económico y social, petróleo, tecnología de los combustibles, tecnología química.

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

### **ABSTRACT**

Based on the experimental results obtained, the physical-mechanical properties were analyzed in different briquettes of hot asphalt mixtures, type IV, prepared. This was compared to the specifications of the Venezuelan COVENIN 2000: 87 standard. Among the most outstanding conclusions is the feasibility of adding 3% glass to the mixtures, for offering better resistance and stability while it is unfavorable to add more of this amount because it is very rigid and susceptible to breakage. In view of the above, the application of this study is proposed in the preparation of asphalt mixtures, thus reducing the volume of waste present in the community, leading to an environmental benefit, therefore research is constituted in an integral response, that is it gives solution to the problems detected in the approach made in the community.

**Keywords:** economic and social development, petroleum, fuel technology, chemical technology.

### **INTRODUCCIÓN**

La investigación cualitativa es una herramienta metodológica empleada por los Programas Nacionales de Formación, porque fomenta el trabajo en pro de las colectividades, promoviendo la conciencia social, crítica e investigativa. Por consiguiente, como gestores de proyecto se aplicó esta metodología en la comunidad del Sector San Antonio, con el propósito de conocer sus problemáticas, las cuales la refirieron al deterioro de las vías y acumulación de desechos. En ese sentido, a fin de presentar una solución integral se desarrolló un proceso correspondiente a la elaboración de una mezcla asfáltica utilizando vidrio molido proveniente del reciclaje, a la cual se le determinaron propiedades físico mecánicas, el cual represento el propósito general de la investigación.

Cabe destacar, que la investigación cualitativa por ser un proceso sometido a crítica, revisión y actualización soporta el estudio por permitir exponer argumentos inspirados, principalmente, en la etnografía, el diagnóstico, la observación del entorno, y la elaboración de las etapas o fases de la investigación a través del plan de acción, como principales herramientas para la validación y confiabilidad de la investigación. En este

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

sentido, la misma, “basada en métodos y técnicas permitió que el trabajo de campo y el documental” (Sabino, 2000) orientaran el fin del proyecto, elaborar una mezcla asfalto vidrio con el fin de modificar las propiedades mecánicas de las mezclas actuales. Aplicándose para ello la investigación acción participante y como método la etnografía, con la cual se pudo conocer la historia cultural y política de la comunidad, asimismo se empleó el marco lógico para el análisis de la problemáticas presentes; fue a través de este que se planteó cual era el mayor requerimiento a ser abordado.

Es importante resaltar, que con este estudio se fomentó en la comunidad el proceso de reciclaje, específicamente todo material de vidrio, de esta manera se fortaleció en los habitantes del sector, el compromiso ambiental de una manera creativa, tecnológica e innovadora.

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología empleada fue la cualitativa bajo la modalidad de investigación-acción-participativa, que combina dos procesos, el de conocer y actuar en la comunidad, ayudando a comprender mejor la realidad de la población permitiendo planificar acciones epistemológicas coherentes y críticas, que permitan conocer la fenomenología de la problemática a estudiar y los pormenores de las situaciones presentes en la comunidad.

En este sentido, para la presente investigación se aplicó el método directo relacionado a la integración del sujeto a la fuente primaria, a través de un diagnóstico a los habitantes de la comunidad visualizándose problemáticas de aseo urbano y pavimento. De esta manera luego, se plantearon los propósitos específicos los cuales fueron: Diagnosticar la situación presente en la parroquia San Antonio, determinar la viabilidad de la elaboración de la mezcla asfáltica a base de vidrio molido obtenido del reciclaje y establecer la propuesta tecnológica para la preparación de la mezcla asfáltica con vidrio molido comprobando su adaptación al proceso. Es importante indicar que el estudio, presenta validez porque se llevó a cabo un proceso de evaluación, monitoreo y

María Cazorla; María Meléndez; Dixia Obando

seguimiento de las actividades empleándose técnicas como elaboración de cronogramas, PERT Y CMP e indicadores cuantitativos y cualitativos.

Dado que cada uno de los propósitos, representan las metas a ser alcanzada, tomando en cuenta que es una investigación acción participante, se desarrolló el plan de acción, este es un instrumento el cual permite el cumplimiento de las actividades programadas constituyéndose en una estrategia muy importante, a continuación se muestran las metas, actividades y tareas planteadas en el estudio (Ver cuadro 1)

**Cuadro 1**

Plan de acción.

<b>Metas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tareas</b>
Diagnosticar la situación presente en la parroquia San Antonio	Detectar la problemática prioritaria en la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar encuestas</li> <li>✓ Seleccionar una problemática</li> </ul>
Determinar la viabilidad de la elaboración de la mezcla asfáltica a base de vidrio molido obtenido del reciclaje	Indagar y determinar la viabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plasmar la viabilidad del estudio en el ámbito social, político, económico y ambiental</li> </ul>
Establecer la propuesta tecnológica para la preparación de la mezcla asfáltica con vidrio molido comprobando su adaptación al proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar las tecnologías y los procesos del proceso</li> <li>Desarrollar la sustentación metodológica</li> <li>Evaluar la cantidad de materia prima (vidrio)</li> <li>Caracterizar la materia prima</li> <li>Elaborar la mezcla Asfalto-vidrio</li> <li>Obtener los resultados de los análisis de la mezcla asfalto vidrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ejecutar revisión bibliográfica</li> <li>✓ Elaborar el esquema del proceso</li> <li>✓ Especificar las variables que intervienen el proceso</li> <li>✓ Preparar la mezcla asfalto-vidrio</li> <li>✓ Comparar la mezcla obtenida con la existente</li> <li>✓ Realizar la evaluación de los parámetros físicos, mecánicos y químicos para determinar si la mezcla es potenciada</li> <li>✓ Determinar si las tecnologías existentes son aplicables a esta</li> </ul>

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

---

Proponer el esquema de la línea de producción de vidrio	propuesta ✓ Sugerir el diseño de la línea de producción de vidrio molido ✓ Proponer los equipos para la trituración y molienda del vidrio ✓ Desarrollar el manual de procedimiento y operativo del proceso
---	---

---

Continuando con el desarrollo del proceso, luego de haberse alcanzado las dos primeras metas planteadas en el plan de acción y las tres primeras actividades de la tercera meta, se procedió a considerar después de las indagaciones bibliográficas el siguiente argumento: 1. La mezcla asfáltica puede contener de 6% de asfalto (ligante asfáltico) y 94% de agregados como la piedra picada, arrocillo, polvillo; 2. El control de calidad de los agregados pétreos se debe seguir a través de una serie de normativas (Rodríguez, Castaño y Martínez, s/a). Esto nos condujo al diseño de la mezcla asfalto con vidrio, el cual a continuación se describe, los ensayos realizados:

1. Ensayo de caras producidas por facturas: es aquel que posee igual o mayor al 60% de su área fracturada, se toma una muestra y se observa individualmente cada piedra. Los resultados obtenidos fueron del 93,4% la importancia de tener un alto porcentaje de agregado grueso con caras fracturadas es con el propósito de maximizar la resistencia al esfuerzo cortante con el incremento de la fricción entre las partículas.
2. Ensayo de caras largas y aplanadas: según la NORMA COVENIN 2000:87 en su apartado 12-8.07 especifica que el agregado debe estar limpio y no debe tener más del 5%, de su peso, de trozos alargados o planos, el agregado estudiado se obtuvo un 3,8%.
3. Ensayo de granulometría: los agregados ocupan entre 93% y 96% del volumen total de la mezcla. Están constituidos por una parte fina (arrocillo-polvillo) y otra parte gruesa (piedra picada). Se utiliza una serie de tamices según la Norma COVENIN 2000; 87.

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

Para la determinación de las variables: RET. ACUM.; %RET. ACUM.; RET. PARCIAL y %PASA, se aplicaron las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{ RET. ACUM.} = \frac{\text{RET. ACUM.}}{\text{PESODELAMUESTRA}} * 100$$

$$\% \text{ PASA} = 100 - \% \text{ RET. ACUM.}$$

De igual manera, se debe evaluar la granulometría de la mezcla, actividad desarrollada en colaboración de la planta de Asfalto de FUNDAREGIÓN por parte del Ingeniero Edgar González, por cuanto para la fecha del estudio en la institución no se contaba con el instrumental y equipos necesarios. Como se observa la combinación de agregados se encuentra entre el límite superior (línea azul) e inferior (línea roja), por esta razón se clasifica como apto para su uso, ya que está dentro de la granulometría para el mezcla asfáltica tipo IV (línea negra) según la norma COVENIN 2000:87 apartado 12-10.11. Luego se procedió realizar el Cuadro 2 de proporciones para determinar las cantidades exactas que va a tener cada briqueta.

**Cuadro 2**  
 Pesadas según combinación de Diseño Marshall

Componente	%	Peso (g)	Peso retenido acumulado (grs)						
Cemento asfáltico	5,00	60	1	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	Pasa # 8
Piedra picada	28,5	342,	0	82,5	254,7	318,7	338,5	339,7	342
Arrocillo-polvillo	66,5	798	0	0	0	14,9	172,6	320,9	798
Total	100	1200							1140
Componente	%	Peso (g)	Peso retenido acumulado (grs)						
Cemento asfáltico	5,5	66,00	1	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	Pasa # 8
Piedra picada	28,35	340,2	0	82,0	253	317	336,8	337,9	340,2
Arrocillo-polvillo	66,15	793,8	0	0	0	14,9	171,7	319,2	793,8
Total	100	1200							1134
Componente	%	Peso (g)	Peso retenido acumulado (grs)						
Cemento asfáltico	6	72,00	1	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	Pasa # 8

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

Piedra picada	28,2	338,4	0	81,6	252	315,3	334,9	336,1	338,4
Arrocillo-polvillo	65,8	789,6	0	0	0	14,83	170,8	317,5	789,6
Total	100	1200,							1128
Componente	%	Peso (g)				Peso retenido acumulado (grs)			
Cemento asfáltico	6,50	78,00	1	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	Pasa #8
Piedra picada	28,05	336,6	0	81,2	250	313	333,2	334,3	336,6
Arrocillo-polvillo	65,45	785,4	0	0	0	14,75	169,9	315,8	785,4
Total	100,0	1200							
Componente	%	Peso (g)				Peso retenido acumulado (grs)			
Cemento asfáltico	7,00	84,00	1	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	Pasa #8
Piedra picada	27,9	334,8	0	80,7	249,4	311,9	331	332,6	334,8
Arrocillo-polvillo	65,1	781,2	0	0	0	14,67	169	314,2	781,2
Total	100	1200							1116

Prosiguiéndose luego a seguir analizando las bases del proceso para ello se llevó a cabo lo siguiente estudios:

Ensayo de equivalente de arena: este asigna un valor a la cantidad del material fino que pasa el tamiz #4

### Cuadro 3

Resultados del ensayo de equivalente de arena

Experimento	Lectura de suspensión (A)	Lectura de sedimentación (B)	% Equivalente de arena
A	7,2	2,8	39%
B	7	3,2	46%
C	4,2	3,4	81%

Peso específico y absorción del material grueso: corresponde a la gravedad específica (GS), es útil para determinar la relación peso-volumen del agregado compactado y así calcular el contenido de vacíos de la mezcla tomando en cuenta la absorción.

Densidad Bulk de la mezcla asfáltica compactada: es una característica muy importante, constituye las partículas de la muestra, porque una alta densidad mejora las

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

propiedades mecánicas y de resistencia de las mezclas. Es usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado y ligante asfáltico.

Estimación del contenido de vacíos totales ( $V_t$ ): Son espacios de aire presentes en la mezcla compactada, según normativa ASTM D- 1559, este debe de estar entre 3 y 5%. La durabilidad de una mezcla está en función de esta entre menor sea la cantidad de estos, menor va a ser la permeabilidad. Un contenido demasiado alto de vacíos proporciona pasajes, por los cuales puede entrar el agua y el aire. Por consiguiente, la densidad y el contenido de vacíos están relacionados cuando más alta es la primera menor es el porcentaje de vacíos en la mezcla, y viceversa. Las especificaciones de una mezcla asfáltica para la pavimentación debe ser a una densidad que permita acomodar el menor número posible de vacíos preferiblemente menos del 8%.

Estimación del contenido de vacíos del agregado mineral (VAM): son los espacios de aire que existen entre las partículas de agregado en una mezcla compactada de pavimentación, incluyendo los espacios que están llenos de asfalto. El VMA representa el espacio disponible para acomodar el volumen efectivo de asfalto y el volumen de vacíos necesario en la mezcla.

Estimación del contenido de vacíos de asfalto llenados (VLL): Se determinan para asegurar que el porcentaje no sea demasiado pequeño como para producir una mezcla poco durable, o demasiado alto para obtener una mezcla demasiado inestable.

Estimación de la Estabilidad y Flujo: es la capacidad de resistir desplazamientos y deformación bajo las cargas del tránsito. Se debe tener en cuenta que la estabilidad depende de la fricción y la cohesión interna. En este sentido la fricción interna en las partículas de agregado está relacionada con sus características tales como forma y textura superficial, por esta razón se realiza el análisis de calidad de los agregados, mientras que la cohesión resulta de la capacidad ligante asfáltico para adherirse a las materias primas de la mezcla. A continuación se muestran los resultados obtenidos al determinar la fluencia y estabilidad de la briqueta patrón-

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

## **CONCLUSIONES**

Las pruebas correspondientes a las mezclas obtenidas se ejecutan con la finalidad de examinar las propiedades físico-químicas de la mezcla tales como: características mecánicas mediante las pruebas de control de calidad de la mezcla, con la adición del vidrio a distintos porcentajes (1%, 5%, 7% y 9%) según estándares y especificaciones de la Norma COVENIN 2000:87. Una vez elaboradas todas las experimentaciones se determinó la cantidad de ligante asfáltico satisfactorio para el diseño de la muestra patrón es el 5,7% de contenido asfáltico esto se comprueba al realizar un promedio de los valores máximos de la gráficas de los vacíos, estabilidad, flujo y peso unitario.

En la elaboración de briquetas con vidrio, se observa que el porcentaje correspondiente al 3% es el que posee un comportamiento ajustado a los parámetros establecidos por las normativas su aplicación no es sustentable para cantidades mayores debido al porcentaje de vacíos totales disminuyen lo cual se traduce en una mezcla muy rígida susceptible a un rápido deterioro.

En base a ello se tiene que la briquetas de 3% de vidrio posee esta característica muy recomendada para que los pavimentos sean resiliente al agua factor ventajoso debido a las vías de acceso quedan en su mayoría inundadas cuando llueve. Se concluye que en el diseño de la mezcla asfalto con vidrio esta cumple con los parámetros Marshall en relación a la densidad, estabilidad, flujo pero deben mejorarse los porcentajes de vacíos del agregado mineral y los de llenados con asfalto, al momento de ser utilizado para un tráfico alto.

Desde el punto de vista social en el proceso de producción de la mezcla asfalto-vidrio existió una sociabilización activa en la comunidad sobre los avances del estudio, permitiendo un intercambio de ideas de los beneficios generados con la aplicación del proyecto. Por otra parte, el estudio se orientó bajo los lineamientos de la nación enmarcados en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela así como con Plan Patria de la nación principalmente que reflejan intereses a la integración social de la mano del desarrollo tecnológico. Por otra parte, es necesario mencionar los aspectos negativos en cuanto a la utilización del ligante asfáltico proveniente de la destilación del

María Cazorla; María Meléndez; Dixá Obando

petróleo responsable de la contaminación del aire por ello se sugiere realizar otros estudios donde se determine si el vidrio podría sustituir algunos de estos elementos para disminuir este efecto.

## **REFERENCIAS**

1. Norma COVENIN 2000 - 87sectores construcción. Especificaciones. Codificación y mediciones. Parte 1: carreteras.
2. Rodríguez R, Castaño V., Martínez M. Emulsiones asfáltica Documentación técnico N°23 del Instituto Mexicano de Transporte.
3. Sabino, C. (2000). El Proceso de la Investigación. Editorial Panapo. Caracas Venezuela.

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).