

“FORMULACION DE EMULSIONES ASFALTICAS”

Becario: Ignacio Zapata Ferrero ⁽¹⁾

Director: Ing. Cecilia Soengas ⁽²⁾

Proyecto de I+D+i de pertenencia: “Metodología Teórico Práctica para el Diseño de Tratamientos Superficiales Bituminosos Bajo Condiciones de servicio”
Código UTN – 1618. Disposición 315/11

1. Resumen

En pos de una mayor preservación del medio ambiente se han ido dejando de lado las técnicas en caliente para la manipulación del asfalto en el mantenimiento de pavimento, por las denominadas técnicas en frío. Dichas técnicas se basan en la utilización de emulsiones asfálticas, una solución que se logra dispersando el asfalto en agua con la ayuda de un emulsificante. La presente tesis se centra en explicar los constituyentes básicos de las emulsiones, cómo es su funcionamiento y cómo se fabrican.

2. Abstract

In pursuit of greater environmental protection have been neglected techniques for handling hot asphalt pavement construction, by so-called cold techniques. These techniques rely on the use of bitumen emulsions; a solution is obtained by dispersing the asphalt in water with the aid of an emulsifier. This thesis focuses on explaining the basic constituents of the emulsions, as its operation and how they are manufactured.

3. Fundamentos

- Origen de las emulsiones

El asfalto, para que pueda ser utilizado en la construcción de carreteras, debe ser calentado previamente aproximadamente hasta los 140 °C para poder reducir su viscosidad permitiendo su trabajabilidad y mezcla con los agregados. Existen alternativas a este método como pueden ser la incorporación de disolventes al asfalto que luego de mezclarse con los agregados, la composición alcanza su resistencia óptima al verse evaporados los disolventes. Como desventaja este método presenta la exposición de los disolventes, que pueden ser nafta o kerosene, a la atmosfera, resultando bastante perjudicial para la misma. La alternativa que es mucho más amigable con el medio ambiente, es la de emulsionar el asfalto con agua, dando como resultado una emulsión asfáltica. Pero como el asfalto y el agua son dos líquidos no miscibles, se debe tener la presencia de un tercer agente, que se denomina emulsificante para que sea estable la emulsión asfáltica.

- Definición

Desde el punto de vista fisicoquímico, una emulsión es una dispersión de un líquido en otro no miscible. En nuestro caso son dispersiones de asfalto en un medio acuoso. De este modo se ponen en obra ligantes asfálticos a temperatura ambiente sin el inconveniente de tener que calentarlos para su uso o de incorporarles

(1) Becario del Área de Materiales Viales, LEMaC Centro de Investigación Viales. Dpto. 1
Ingeniería Civil

(2) Tutora de la Tesis

solventes para permitir su trabajabilidad. El asfalto tiene una naturaleza química hidrófoba, es decir, repulsión por el agua, por lo tanto la forma de mezclar estos dos componentes es la de usar un agente emulsificante. Este último, tiene la tarea de reducir la tensión superficial del asfalto, y así permitir que se mezcle con el agua. La Foto 1 muestra glóbulos de emulsión estables.



Foto 1. Emulsión estable. La carga repulsiva de los glóbulos evita que se acerquen demasiado

El emulsificante es el encargado de aportarle a la emulsión su polaridad, generar un equilibrio físico entre el asfalto y el agua a nivel microscópico, y evitar que durante el almacenamiento de la emulsión estas dos fases no se vuelvan a juntar. Existen cuatro tipos diferentes de emulsificantes:

- Emulsificante catiónico
- Emulsificante aniónico
- Emulsificante no iónico
- Emulsificante anfótero

El emulsificante se manifiesta físicamente como una larga cadena hidrocarbonada, que en su extremo presenta una molécula que será la encargada de darle la polaridad al mismo. El extremo presenta afinidad por el agua, y la cadena hidrocarbonada afinidad por el asfalto. De esta forma la cadena hidrocarbonada se introduce en los glóbulos de asfaltos y permite su mezcla con agua.

Sin embargo el emulsificante debe ser previamente neutralizado con un ácido para formar un jabón soluble en agua, que será finalmente la fase acuosa que entrará en contacto con el asfalto. En la Foto 2 se observa la interfaz asfalto – fase acuosa

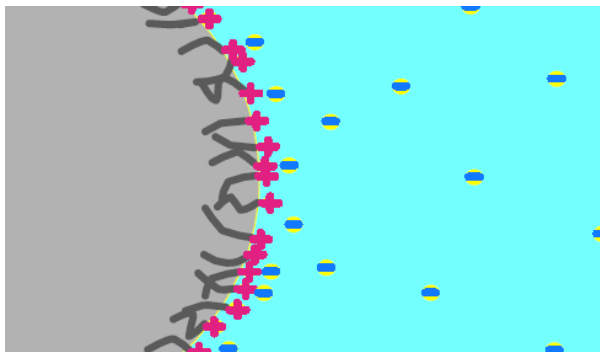


Foto 2. Concentración de emulsificante en la interfaz agua – asfalto

- Fabricación

Las emulsiones asfálticas se fabrican en instalaciones que constan de equipamientos para la dispersión del ligante asfáltico en agua. La calidad del producto, dependerá de ciertos elementos mecánicos que son los siguientes:

- (1) Becario del Área de Materiales Viales, LEMaC Centro de Investigación Viales. Dpto. 2 Ingeniería Civil
- (2) Tutora de la Tesis

Sistemas de almacenamiento de materias primas.

Sistemas de calentamiento, alimentación, transporte del ligante y del agua.

Sistemas de fabricación compuesto por homogeneizadores, difusores y molino coloidal.

A niveles de producciones mayores, se utilizan grandes plantas para la fabricación de emulsión en serie. Pero también se pueden fabricar en escala menor en un laboratorio utilizando un molino coloidal. En la Foto 3 se puede visualizar una planta industrial.

El molino coloidal consta de un rotor y un estator en el cual el primero gira entre 3000 y 3500 rpm contra el estator fijo. Este sistema produce un efecto de corte y cizallamiento a la mezcla que se introduzca en el mismo, en el cual el asfalto puede ser suministrado al molino por gravedad o inyectado bajo presión. La distancia de separación entre rotor y estator es un punto fundamental a hora de formar la emulsión, ya que una separación menor entre ellos producirá una mejor dispersión del asfalto en la fase acuosa.

El producto llega al rotor y éste lo empuja, debido a las fuerzas centrífugas hasta la superficie y hacia abajo. En este punto se ponen en juego fuerzas de corte y cizallamiento de mayor magnitud que la fuerzas de tensión superficial, y permiten que los productos se mantengan como una unidad. En la Foto 3 se puede visualizar el molino utilizado en el laboratorio.



Foto 3. Molino de Laboratorio con el que se realizaron los ensayos

- Rotura de la emulsión:

Es un paso importantísimo en cualquiera de las mezclas en frío que se formulen. El rompimiento ocurre principalmente cuando la emulsión entra en contacto con los agregados. Este proceso indica que el equilibrio físico-químico entre las moléculas de asfalto y las de agua, se rompió. Debido a esto, el agua presente en la emulsión empieza a evaporarse dejando tapizados los agregados con una película de asfalto. La velocidad de rotura de la emulsión depende del tipo de emulsificante utilizado, del pH de la emulsión, de la reactividad del árido y de la emulsión, y del ambiente de colocación, teniendo en cuenta humedad y temperatura.

4. Desarrollo experimental

Los primeros ensayos para la fabricación de emulsión asfáltica, se hicieron con un molino marca Alcasa, asfalto 70/100, agua destilada del laboratorio y un

- (1) Becario del Área de Materiales Viales, LEMaC Centro de Investigación Viales. Dpto. 3 Ingeniería Civil
- (2) Tutora de la Tesis

emulsificante de la firma comercial Akzo Nobel, para conseguir una emulsión de tipo lenta. En la Tabla 1, se resume las emulsiones formuladas para un litro.

Ensayo	Cantidad de Emulsión	Contenido de Asfalto (%)	Emulsificante (%)	pH _i	pH _f
1	1000 g	63	1.2		
2	1000 g	63	1.0	7.86	1.68

Tabla 1. Formulación para 1000 cm³, ensayos 1 y 2

Para conseguir el pH de la fase acuosa, compuesta por agua, emulsificante y ácido, se comienza colocando al agua la dosis recomendada por el proveedor, para luego proceder a incorporar el ácido correspondiente en forma progresiva. En general para nuestro caso, la mezcla agua y emulsificante tenía un pH cercano a 13 y se debía conseguir llevarlo a un pH tendiendo a 2.

En la Tabla 2 se aprecian las emulsiones formuladas con el mismo criterio de dosificación anterior, pero utilizando otro emulsificante, en este caso el E₄₈₆₈ recomendado para conseguir emulsiones lentas.

Ensayo	Cantidad de Emulsión	Contenido de Asfalto (%)	Emulsificante (%)	pH _i	pH _f
3	750 g	57	1		
4	750 g	60	1	12.7	2.36
5	750 g	60	1	13.46	2.02
6	750 g	60	1	13.46	2.03
7	750 g	60	2	13.34	1.78
8	750 g	60	2	13.24	2.07

Tabla 2. Ensayos del 3 al 8

En la Tabla 3, se observan las emulsiones 9 y 10, en las que se mantuvo constante la dosificación, el tipo de emulsión y el emulsificante. A su vez se decidió hacer un control más riguroso de la temperatura de la fase acuosa, del asfalto a utilizar (150°C) y del agua para calentar el molino (100° C); a su vez la abertura del rotor del molino fue de 1 vuelta y media.

Ensayo	Cantidad de Emulsión	Contenido de Asfalto (%)	Emulsificante (%)	pH _i	pH _f
9	750 g	60	1	13.79	2.30
10	750 g	60	1	12.7	2.36

Tabla 3. Ensayos 9 y 10

En la Tabla 4, se resumen los ensayos 11, 12 y 13. Se utilizaron los mismos parámetros anteriores viéndose modificado solamente la abertura entre rotor y estator. La distancia comenzó siendo de 1 vuelta y ½ para el vertido de la fase acuosa y el asfalto, luego se fue cerrando hasta ½ vuelta con las dos fases dentro del molino. También se tomó la precaución de controlar que la emulsión, luego de la salida del molino colocada en el frasco que la contenía, se ubicó en otro más grande con una cierta cantidad de agua fría para controlar la reacción térmica que experimentaba la misma.

- (1) Becario del Área de Materiales Viales, LEMaC Centro de Investigación Viales. Dpto. 4 Ingeniería Civil
- (2) Tutora de la Tesis

Ensayo	Cantidad de Emulsión	Contenido de asfalto (%)	Emulsificante (%)	pH _i	pH _f
11	1000 g	60	2	13.91	2.34
12	1000 g	60	2	12.83	2.33
13	750 g	60	1	13.66	2.33

Tabla 4. Ensayos del 11 al 13

5. Análisis de Resultados

De todas las emulsiones realizadas, ninguna pudo tener un adecuado comportamiento a medida que transcurrían las horas luego de extraída del molino. En los primeros ensayos no se tuvo en cuenta con precisión la temperatura del asfalto, ni del agua para calentar el molino, ni de la temperatura de la fase acuosa. A su vez se utilizó agua procedente del laboratorio con la que no concordaba el pH que debía tener con el que mostraba el pHmetro, por lo que se decidió cambiar el agua y calibrar el pHmetro.

En los últimos ensayos se empezó a variar la abertura entre rotor y estator, en algunos casos dejándola fija durante todo el ensayo, y en otros, haciéndola variar a medida que transcurría el mismo.

En la mayoría de los casos, luego de extraída la emulsión y pasada por el tamiz, la misma empezaba a experimentar un proceso de floculación, en la cual se comenzaban a separar la fase agua - asfalto, depositándose en el inferior el agua y migrando hacia la parte superior el asfalto.

6. Conclusiones

La formulación de emulsiones en laboratorio es una tarea sencilla, siempre y cuando se cuente con todas las premisas bien definidas.

Se procura dejar constantes la mayor cantidad de componentes en la producción, buscando llegar a conseguir una emulsión satisfactoria. Para ello se estima saber con exactitud la temperatura del asfalto, de la fase acuosa y del agua para calentar el molino. También precisar el pH de la fase acuosa, necesario para la correcta estabilidad de la emulsión. Finalmente, cuidar de la emulsión luego de la salida del molino para que se consiga su adecuado comportamiento a futuro.

Una tarea a desarrollar es seguir cambiando las combinaciones de abertura entre rotor y estator para optimizar el proceso para cada tipo de corte de emulsión y a su vez conseguir formular emulsiones modificadas con látex.

7. Bibliografía

- “Emulsiones Bituminosas” Cartilla técnica de la firma comercial, Akzo Nobel
 “Las Emulsiones Asfálticas” Autores: Cecilia Soengas y Ruben Gonzalez, Cuaderno realizado en el LEMaC Centro de Investigaciones Viales en el año 2003.
 “Agentes de Superficie” Autores: María Victoria Lugo y Ruben Gonzalez, Tesis de Becarios 2002 del LEMaC Centro de Investigaciones Viales
 “Evaluación de la Adherencia entre Capas Asfálticas con Intercapa de Geosintético”. Autor: Luis A. Ricci, Tesis de Maestría defendida y aprobada en 2012.

(1) Becario del Área de Materiales Viales, LEMaC Centro de Investigación Viales. Dpto. 5 Ingeniería Civil
 (2) Tutora de la Tesis