



## ESTUDIO DE LA COMPACTIBILIDAD DEL CONCRETO CON POLIESTIRENO Y HULE VULCANIZADO

J. Trinidad Ávila Salazar  
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
Instituto Politécnico Nacional  
jtrinisalazar@yahoo.com.mx

Eduardo Oropeza Rodríguez  
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
Instituto Politécnico Nacional

### Resumen

*En la actualidad la contaminación por plásticos va en aumento en el mundo, ya que la producción es alta, en específico el poliestireno expandible y los neumáticos. La producción anual de poliestireno expandible en México se estima en 125,000 toneladas anuales, de los cuales el 25% se destina a la industria alimenticia y el 75% restante se divide en el sector de la construcción y embalaje. Sin embargo, su reciclaje es bajo dado que sólo se recicla el 0.1%. En esta investigación se propone una alternativa para mejorar la vida media de los baches a partir de la adicción del poliestireno expandible y llanta triturada, o en combinación de los mismos.*

*Palabras clave: Poliestireno expandible, neumáticos, concreto, resistencia, absorción.*

En la actualidad la contaminación por plásticos se da de manera muy frecuente, ya que estos tardan años en degradarse, ya sea por los rayos ultravioleta, temperatura, foto degradación, o por otro factor ambiental.

El poliestireno expandible es uno de los polímeros con menor vida útil, pero al reciclarse se tendrán

diversas formas de aprovechamiento. Por otro lado, los neumáticos son un hule vulcanizado bastante contaminante para el medio ambiente, dado que tarda más tiempo en degradarse y en muchas ocasiones son incinerados en la industria cementera para obtener energía.

Las características y propiedades del poliestireno expandible (EPS) son: densidades bajas, alta resistencia, buen aislante térmico y pérdida de propiedades de resistencia a causa de los rayos ultravioleta (UV).

Este polímero, tiene una vida útil corta, dado que su aplicación principal es en vasos y platos desechables y como embalaje. Pero es de fácil reciclaje ya que tiene muchas posibilidades y aplicaciones para el mismo. El poliestireno expandible (EPS) es un material que por su bajo peso y gran resistencia, es ideal para la fabricación de empaques y embalajes para los diversos productos de la industria farmacéutica, electrónica, manufacturera, química, artesanal, etc. Por lo anterior se reducen los costos de transporte, mano de obra y gracias a su resistencia, es poco probable que ocurran roturas dado que puede soportar hasta 1,000 veces su peso. El poder amortiguador del material le permite absorber la energía producida por golpes y vibraciones, evitando que el producto se dañe.

Los productos que requieren control de temperatura, pueden ser envasados en poliestireno expandido (EPS) ya que es un buen aislante térmico. Una de las posibilidades que existe para su reciclaje es en la industria de la construcción como componente para el hormigón liviano, rellenos de construcción, etc. Los residuos de poliestireno expandido tras ser molidos a diferentes granulometrías, se mezclan con otros materiales de construcción para fabricar ladrillos ligeros y porosos, morteros y hormigones ligeros (López M.A 2013).

El caucho natural es un terpeno compuesto por unidades de isopreno. Este polímero resulta de la adición 1,4 a cada molécula del isopreno, con todos los enlaces dobles en configuración *cis*. Otro nombre para el caucho natural es *cis*-1,4-poliisopreno.

Los enlaces dobles *cis* en el caucho natural lo fuerzan a adoptar una conformación torcida que puede

estirarse y seguir regresando a su estructura torcida más corta cuando se libera la tensión aplicada. Desafortunadamente, cuando se estira, las cadenas se deslizan entre sí y el material se divide.

Las propiedades físicas del caucho varían con la temperatura. A bajas temperaturas, se vuelve rígido, y cuando se congela adquiere una estructura fibrosa. Calentando a más de 100°C, se ablanda y sufre alteraciones permanentes, y grandes deformaciones debido a su naturaleza.

El caucho que ha sido estirado y deformado durante algún tiempo no vuelve completamente a su estado natural, solamente calentándolo la recuperación es mayor que a la temperatura ambiente. Este fenómeno se denomina deformación residual.

Actualmente se fabrican miles de artículos para usos muy diferentes. El caucho es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, aislantes e impermeabilizantes, por sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante los ácidos y sustancias alcalinas.

El caucho es triturado a diferentes granulometrías es añadido a los asfaltos por distintas vías (seca o húmeda), proporcionando a la mezcla asfáltica propiedades especiales.

Las ventajas en el concreto son:

- Mayor duración del pavimento de carreteras como consecuencia de la menor aparición de grietas y deformaciones por cambios de temperatura.
- Menor desgaste de los neumáticos por la reducción de la acción abrasiva del concreto.
- Mayor adherencia de los neumáticos.
- Reducción de ruido.

- Menores riesgos de deslumbramiento.

Las desventajas en el concreto son:

- Alto costo inicial
- Se obtiene resultados similares o mejores con la adición de polietileno.

En pavimentos deportivos:

El caucho triturado puede formar parte de las pistas deportivas al ser mezclados como poliuretanos. La fabricación puede ser en forma continua o discontinua (Kosmatka, K. 2004).

Las propiedades del concreto básicamente son 4 y éstas son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad.

Además de estas propiedades, el concreto cuenta con otras que le favorecen: consistencia, segregación, contracción, elasticidad e impermeabilidad. Estas propiedades pueden cambiar, debido al estado del concreto. (Compendio de normas de la *American Standard for Testing of Materials* 2012).

### Desarrollo experimental

Se debe conocer la disolución del poliestireno (unicel) en acetona, de acuerdo con la cantidad de poliestireno necesaria para llegar a la consistencia que se requiere.

Pesar 100 gramos de poliestireno, en un vaso de precipitado de 250 mL, agregar 53 mL de acetona con agitación continúa, hasta lograr una pasta viscosa y pegajosa como se observa en la figura 1.



*Figura 1. Disolución del poliestireno en acetona.*

Después de comprobar el efecto de la disolución del poliestireno en la acetona, se procede a combinarlo con la llanta, para conocer el comportamiento para el relleno de baches. Pesar 35 gramos de poliestireno y disolverlos en los 100 mL de acetona a temperatura ambiente, agregar 15 gramos de llanta molida, agitar constantemente hasta que toda la llanta se incorpore. Expandir la pasta formada lo más que sea posible, como se muestra en la figura 2. Se observa poca flexibilidad, y poca dureza en algunas partes de la muestra obtenida.



*Figura 2. Compactibilidad poliestireno -llanta.*

Mezcla concreto-poliestireno-llanta.

Se mezclan 10 gramos de la pasta obtenida del poliestireno, 18 gramos de llanta molida, 50 gramos de arena, 50 gramos de grava y 20 gramos de cemento

cruz azul; se agrega la cantidad de agua necesaria hasta obtener la consistencia deseada (58-63)mL a la revoltura.

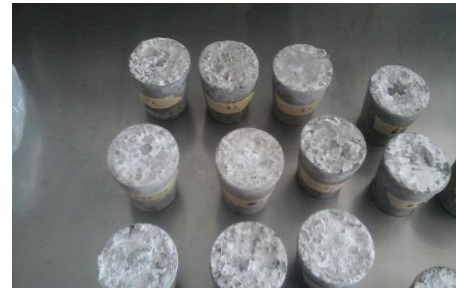
Se realizan distintas pruebas a las muestras obtenidas, con el objetivo de observar qué propiedades se modifican al agregar el relleno de poliestireno expandible de llanta y la combinación de ambos. Las pruebas a realizar son las siguientes: prueba de absorción de agua, prueba de retención de agua y prueba de compresión. (Compendio de normas de la American Standard for Testing of Materials 2012).

Prueba de absorción de agua. Esta prueba consiste en conocer la cantidad de agua que retiene la muestra a tratar. Pesar las muestras secas, posteriormente sumergirlas completamente durante 24 horas en un recipiente que contiene agua y pesar nuevamente para conocer el agua absorbida como se muestra en la figura 3.



*Figura 3. Prueba de absorción de agua.*

Prueba de retención de agua. Consiste en conocer la cantidad de agua retenida por la muestra después de 48 horas que se han sacado del recipiente que contenía agua. Pesar la muestra y por diferencia de peso se conoce la cantidad de agua retenida.



*Figura 4. Prueba de retención de agua.*

Prueba de compresión. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas principalmente cilíndricas, aunque pueden ser también cuadradas o de otra forma. La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de presión. Para esta prueba, se utiliza una prensa hidráulica, colocando en ella las muestras obtenidas con las diferentes cantidades de relleno. Para esto se coloca la muestra en la prensa, se ajusta de tal manera que la muestra no se mueva como se muestra en la figura 4.



*Figura 5. Prueba de compresión de la muestra*

Con estas pruebas se obtienen resultados que permiten concluir que la adición de poliestireno y llanta molida al concreto tradicional, reduce la absorción y retención de agua por lo que se logra reducir la erosión del material obtenido. Pero con la

prueba de comprensión no se logra cumplir la expectativa ya que la norma ASTM C39 indica que el esfuerzo mínimo requerido es de 150 (Kg/cm<sup>2</sup>).

El esfuerzo promedio de las muestras es de 139 (Kg/cm<sup>2</sup>), lo anterior muestra que los resultados obtenidos en la compresión no favorecen al uso de relleno de baches, por la baja resistencia al esfuerzo, aunque se tenga baja absorción y retención que sí favorecen al relleno de baches.

Se recomienda utilizar la mezcla concreto-poliestireno-llanta para aplanados de interiores que evitan la formación de salitre. (Sánchez, D. 2005).

## Referencias

- 1) Compendio de normas de la American Standard for Testing of Materials (2012). EE.UU. ASTM.
- 2) Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2010). Código sísmico de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- 3) Kosmatka, K. (2004) *Control de mezclas de concreto*. EE.UU: Portland Cement Association.
- 4) López M.A (2013). *Evaluación de los procesos de corrosión en concretos aligerados con EPS expuestos en medios simulados y reales*. Universidad Veracruzana, México.
- 5) Sánchez, D. (2005). *Tecnología del concreto, materiales, propiedades y diseño de mezclas*. México: Asocreto.