

Evaluation of expanded polystyrene with cement mortar covering under fire exposition

Francesco Rogontino^a, Javier López^a, Edson Martínez^{*b}, Salvador Scola^c

^aEscuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

^bLaboratorio de Materiales y Ensayos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

^cInstituto Autónomo Municipal Cuerpo de Bomberos de Valencia, Valencia, Venezuela

Abstract.-

The use of expanded polystyrene in the construction sites is widely disseminated, and it is important to know his behavior under the action of diverse phenomena. This monograph evaluated the performance of expanded polystyrene partition walls under the action of fire. The investigation has a field experimental design, and the sample was defined by 12 pieces, six of which had a resistant mortar covering and the remaining ones had tile finished covering on the mortar. These samples were evaluated 28 days after the mortar curing, for 25 minutes, using two fire simulators. The results indicate that the cement mortar covering presented only a slight cracking and good adhesion to the wire mesh, whereas the expanded polystyrene panel was easily consumed releasing toxic gases and liquids. On the other hand the tile finished was quickly fractured and separated under the action of fire, whereby it doesn't generate a significant difference in terms of performance.

Keywords: expanded polystyrene; fire; mortar; resistance.

Evaluación del poliestireno expandido con mortero de cemento expuesto al fuego

Resumen.-

El uso del poliestireno expandido se ha diseminado en la construcción, por lo que es importante conocer su comportamiento bajo la acción de diversos fenómenos. En este trabajo se evalúa la resistencia y desempeño de tabiques de poliestireno expandido sometidos a la acción del fuego. El diseño de la investigación es experimental de campo, evaluando una muestra conformada por doce piezas, seis con recubrimiento de mortero resistente y las restantes con recubrimiento de baldosa sobre el mortero. Las piezas se evaluaron pasados los 28 días de vaciado, durante 25 minutos, en dos simuladores de incendio. Los resultados indican que el recubrimiento de mortero de cemento solo presentó agrietamiento leve y una buena adherencia a la malla electrosoldada, mientras que el panel de poliestireno expandido se consumió con facilidad liberando gases y líquidos tóxicos. Por otro lado la baldosa colocada se fracturo y se separó rápidamente ante la acción del fuego, por lo cual no genera una diferencia significativa en el desempeño.

Palabras clave: poliestireno expandido; fuego; mortero; resistencia.

Recibido: junio 2016

Aceptado: febrero 2017

1. Introducción

A lo largo de la historia, en el área de la ingeniería civil se han utilizado diversos materiales para la construcción de tabiques; la utilización del EPS trae como beneficios una optimización de los costos y reducción en los tiempos de

* Autor para correspondencia

Correo-e: edsontmartinez@gmail.com (Edson Martínez)

ejecución de la obra [1]. Tradicionalmente su utilización se limitó a tabiquería de tipo liviano como división de espacios particularmente en oficinas y comercios, sin embargo su uso se ha ampliado a bloques para entrepisos, e incluso tabiques que conforman sistemas de carga. Por otro lado dicho material posee un bajo consumo energético debido a su excelente comportamiento térmico [2], en este sentido el uso del poliestireno expandido se ha tornado frecuente en la edificación de viviendas de interés social dentro del ámbito constructivo venezolano, lo cual trae la incógnita de su comportamiento al momento de ser expuesto a la acción de diversos fenómenos tanto naturales como generados por el ser humano.

En Venezuela la única normativa que regula las especificaciones para el uso de paneles de EPS tanto estructurales como no estructurales es la norma COVENIN 3808 Edificaciones. Paneles aligerados y reforzados. Requisitos [3], donde se puntualizan parámetros como: dimensiones y espesor del panel, características del material, el cual, debe ser certificado bajo la normativa COVENIN 2358 Espumas rígidas de poliestireno expandido. Determinación de la velocidad de propagación y facilidad de ignición [4], como autoextinguible y no debe generar gases tóxicos para el ser humano.

Una de las acciones a las cuales puede verse sometida una edificación la constituye el fuego generado por incendios, por lo que es indispensable conocer el comportamiento de los materiales, a fin de establecer soluciones que brinden las mejores condiciones de seguridad a los usuarios de dichas estructuras, información que también puede ser de mucha utilidad para los cuerpos de bomberos así como los organismos competentes, en lo que respecta a prevención, desalojo y extinción de incendios.

Es importante destacar que las temperaturas a que se elevan los incendios reales de edificios generalmente llegan a los 1000°C o superiores, y son muy pocos los materiales que conservan una resistencia estructural de importancia a dichas temperaturas [5]; el concreto, así como, el mortero de cemento, poseen excelentes y ampliamente demostradas propiedades de resistencia al fuego, que

proporcionan niveles excepcionales de protección y seguridad, resguardando vidas, propiedades y el medio ambiente en caso de incendio; siendo el mortero de cemento el material más utilizado como revestimiento tanto de elementos estructurales como de tabiquería [6]. Su comportamiento ante el fuego viene dado por complejas transformaciones físico-químicas durante el calentamiento, las cuales, dependen directamente de las proporciones de mezcla y la calidad de los agregados [7].

En cuanto a los tabiques de poliestireno expandido y su resistencia al fuego puede mencionarse que, es un material poco inflamable, se requieren de grandes cantidades de aire comburente para poder destruirlo, necesitando de aproximadamente 150 veces su volumen [8].

En este trabajo se analizaron tabiques de poliestireno expandido, revestidos con mortero resistente de cemento y otro grupo de tabiques con un revestimiento de cerámica adicional al mortero, los cuales fueron sometidos a la acción del fuego, simulando un incendio real. Comparando de manera cualitativa el comportamiento de los mismos. La selección de estos dos revestimientos se fundamentó en el hecho de constituir los materiales más utilizados para esta función en las viviendas de carácter popular en Venezuela.

2. Procedimiento experimental

Con el fin de simular los tabiques utilizados en sistemas de muros con EPS revestidos con mortero resistentes para luego someterlos a fuego y evaluar su desempeño se llevo a cabo un procedimiento que consistió en las siguientes fases:

Preparación de muestras. Se elaboraron 12 probetas consistentes en paneles de poliestireno expandido de las siguientes dimensiones: 50 cm x 30 cm x 8cm, las cuales fueron revestidas con un revestimiento de mortero de cemento resistente, elaborado de acuerdo a las dosificaciones de la norma COVENIN 484-93Cemento Portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8 mm de lado [9]. De estas probetas, un grupo de 6 se revistieron con cerámica de pasta blanca de 50 mm de espesor como acabado final.

Curado. las muestras se resguardaron protegidas de la acción del medio ambiente, hasta cumplir la edad de 28 días de fraguado del mortero, simulando el proceso en seco que se lleva a cabo en obra.

Ensayo de exposición al fuego. los ensayos fueron realizados en el Campo de Prueba de la Estación Central del Cuerpo de Bomberos de Valencia. El ensayo consistió en la exposición de las probetas con ambos revestimientos a dos formas de incidencia al fuego, la directa y a una envolvente, utilizando simuladores (ver figuras 1 y 2), cuya fuente de combustible es gas metano, por un lapso de tiempo de 25 minutos para cada ensayo, tiempo recomendado por el personal de la estación debido a que este es el tiempo promedio requerido para el arribo al sitio de ocurrencia de un incendio y su eventual control.



Figura 1: Simulador Uno.

De cada tipo de revestimiento se colocaron 3 probetas en el simulador uno, tal y como se muestra en la figura 3, para lo cual se utilizó una base metálica, utilizando una presión de gas metano de 20 psi, para luego inducir la llama haciendo uso de una chispa externa, controlando el tiempo establecido mediante la utilización de un cronómetro.

Para el estudio de la exposición a la envolvente, se utilizó el Simulador 2, ubicando las muestras en el suelo, a una distancia muy cercana a las zonas de escape de las llamas, de igual manera se utilizó una presión de gas metano de 20 psi, originando la



Figura 2: Simulador Dos.



Figura 3: Realización de ensayo en Simulador Uno.

llama gracias a la utilización de una chispa externa, ver figura 4.



Figura 4: Realización de ensayo en Simulador Dos.

3. Resultados y discusión

Luego de haber realizado cada ensayo, se tomó nota de variables tales como: desprendimiento del mortero de cemento, tanto en la parte frontal como en los laterales del mismo, tiempo requerido para la degradación del poliestireno expandido, coloración del mortero y la cantidad de grietas existentes.

3.1. Resultados obtenidos del simulador Uno

Aspecto

En todas las muestras analizadas, se evidenció agrietamiento, siendo más notorio en las muestras con recubrimiento de mortero. El total de las muestras analizadas presentó una coloración rosácea en su superficie, y algunas de ellas presentaron ennegrecimiento en el mortero. Tal como se muestra en las figuras 5 y 6.



Figura 5: Muestra Tres (3).

Desprendimiento del mortero

En ninguna de las muestras ensayadas se evidenció el desprendimiento del mortero correspondiente al recubrimiento frontal, asimismo se observó la buena adherencia entre la malla de acero electrosoldada y la mezcla de mortero.

Desprendimiento de baldosas

El tiempo máximo para la ocurrencia del desprendimiento de la baldosa en las tres muestras ensayadas fue de 3 minutos, sufriendo una falla de tipo explosivo.



Figura 6: Muestra Cuatro (4).

3.2. Resultados obtenidos del simulador dos

Aspecto

Las muestras sometidas al Simulador Dos presentaron en toda su superficie frontal la presencia de grietas, tanto por la expansión de aquellas ya existentes, así como las generadas por el ensayo en sí.

En lo correspondiente a la coloración, las muestras revestidas con mortero mostraron una coloración rosácea a lo largo de toda su superficie, mientras que en las muestras revestidas con baldosa esta coloración se observó en la zona descubierta del material aglomerante luego de la pérdida del recubrimiento

Desprendimiento del recubrimiento

De forma similar a los resultados obtenidos por medio de la utilización del Simulador Uno, en ninguna de las muestras evaluadas se desprendió fracción alguna del recubrimiento de mortero. Siguiendo el mismo lineamiento para el simulador anterior, es conveniente resaltar la buena adherencia entre las mallas electrosoldadas y la mezcla de mortero, ya que la misma no se desprendió.

Desprendimiento de baldosa

En todas las muestra con recubrimiento de baldosa evaluadas, se presentó agrietamiento en la baldosa, sin embargo, debido al riesgo que suponía estar a una posición cercana al simulador, no se pudo determinar el tiempo requerido para la eventual fractura de la baldosa. Las mismas no se

desprendieron al momento de realizar el ensayo producto de la posición en sí de las muestras. Una vez culminada la prueba, se encontró que la muestra número 10 (ver figura 7), al momento de procurar retirar la baldosa agrietada, esta se desprendió por completo, restando solo el material adherente en la muestra, mientras que al momento de hacer lo propio para la muestra número 11 (ver figura 8), solo se pudo retirar una pequeña parte.



Figura 7: Muestra 10.



Figura 8: Muestra 11.

3.3. *Discusión de los resultados obtenidos para el poliestireno expandido para ambos simuladores*

El tiempo de degradación total del eps oscilo entre tres y seis minutos, siendo mayor en las muestras expuestas en el simulador uno, Para

ambos simuladores y para todos los recubrimientos se obtuvo degradación total del poliestireno expandido, a excepción de la muestra número cinco (5), correspondiente al Simulador Uno y, cuyo revestimiento correspondía a baldosa, en cuyo caso la muestra sufrió degradación parcial conservándose parte del material en su interior (ver figura 9).



Figura 9: Muestra cinco (5), remanente del poliestireno expandido.

4. Conclusiones

Se obtuvo un buen comportamiento el mortero de cemento ante la acción al fuego, bajo las condiciones experimentales establecidas, ya que el mismo no se desprendió en lo más mínimo, mantuvo su integridad y los cambios mencionados con anterioridad referentes a su aspecto no resultaron significativos, ni fueron lo suficientemente severos como para afectar su desempeño. De igual forma y debido al desprendimiento del recubrimiento lateral del mortero de cemento en cada una de las muestras, así como también por el bajo espesor del mismo, el poliestireno expandido fue consumido en su totalidad por la llama actuante para ambos tipos de exposición, y su desempeño ante el fuego fue pobre una vez que estuvo expuesto directamente a la llama, ya que fue consumido en poco tiempo. Es importante resaltar que el mortero de cemento funciona como defensa al poliestireno expandido en caso de un incendio, si se garantiza

que el fuego no entra en contacto directo con las piezas de EPS.

Las muestras recubiertas con baldosa resultaron con mejor desempeño que aquellas con mortero de cemento como recubrimiento, sin embargo, por el rápido desprendimiento de estas, la protección adicional no fue duradera, a priori, se puede mencionar que para incendios con mayor duración esta protección adicional puede no resultar determinante en la resistencia al fuego del material en estudio.

Reconocimiento

Este artículo fue seleccionado por la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, como uno de los mejores Trabajos Especiales de Grado del año 2016.

Referencias

- [1] Alfonso Moreno, Alejandro C. Moreno, Lucio Guzmán Mares, Alejandro Águila Reyes y Salvador Capuz Rizo. Innovación al sistema constructivo de paneles de espuma de poliestireno expandido, para incorporación de elementos estructurales, en construcción de vivienda. In *Actas de XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, pages 715–730, Huesca, México, 2011.
- [2] Alfredo Esteves y Daniel Gelardi. Técnicas constructivas y materiales de bajo costo energético en la arquitectura sustentable. caso proyecto y construcción de vivienda en centro-oeste de Argentina. In *Actas del XI Encuentro Nacional de Tecnología no Ambiente Construido (ENTAC 2006)*, pages 3629–3638, 2006.
- [3] COVENIN 3808-2003, Edificaciones. Paneles aligerados y reforzado. Requisitos. COVENIN, 2003.
- [4] COVENIN 2358-1986, Espumas rígidas de poliestireno expandido. Determinación de la velocidad de propagación y facilidad de ignición. COVENIN, 1986.
- [5] Jesús Alonso Acosta Ayala. Aspectos fundamentales para evaluar estructuras expuestas al fuego. Trabajo Especial de Grado, Universidad de Sonora, México, 2001.
- [6] Joan Formosa Mitjans. *Formulaciones de nuevos morteros y cementos especiales basadas en subproductos de magnesio*. Tesis Doctoral, Facutat de Química, Universitat de Barcelona, España, 2012.
- [7] Gabriel Alexander Khoury. Effect of fire on concrete and concrete structures. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 2(4):429–447, 2000.
- [8] Franklin Danilo Orozco Ronquillo. Módulo de elasticidad estático de un panel de poliestireno expandido revestido de mortero, hormigón, y reforzado con alambre galvanizado. Trabajo Especial de Grado, Carrera de Ingeniería Civil, Facultad De Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2015.
- [9] COVENIN 484-93, Cemento Portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cubicas de 50,8mm de lado. COVENIN, 1993.