

Efecto de la incorporación de cerámicos en resinas poliéster para losetas poliméricas

ORTEGA, Jesus, ORDAZ, Didia CONTRERAS, Joaquín

Recibido 1 de Enero, 2016; Aceptado 15 de Marzo, 2016

Abstract

El objetivo de estudiar el efecto de la incorporación de cerámicos en resinas poliéster para losetas poliméricas es determinar la correlación de propiedades resinas poliéster, cerámicos y algunas otras cargas minerales, para elaborar losetas ligeras de alta resistencia mecánica, logrando un producto competitivo no solo técnicamente, sino también económicamente, reduciendo los costos, generando la sustentabilidad de las losetas y empleando desperdicios de la industria cerámica. Los ensayos a compresión se realizaron a una velocidad de deformación de 2.0 mm/min y la carga máxima aplicada en los cilindros fue de 50 ton, a fin de evaluar solo el comportamiento de ambos cilindros en su módulo elástico, esta determinación se realiza sobre las muestras, de acuerdo a la Norma NMX-C-164-ONNCCE-2002. Se utiliza una prensa hidráulica digitalizada, con capacidad de carga de 500 toneladas, usando probetas cilíndricas de 10cm de altura. La resina, que en este caso funciona como aglutinante o matriz, debe ser capaz de mojar y adherir las cargas, proteger a la loseta del medio ambiente, evitando la absorción de agua y ser capaz de transferir la carga a los agregados. Resultan importantes no solo las propiedades mecánicas y químicas de la resina, sino también la viscosidad y capacidad de incorporación de cargas.

Polímeros, resina poliéster, matriz polimérica, loseta polimérica

Abstract

In order to study the effect of the incorporation of polyester resins for ceramic tiles polymer is determined the correlation of ceramic resin properties polyester and some other mineral fillers, to produce light tiles high mechanical strength, Achieving a competitive product not only technically, but also economically, reducing costs, generating sustainability of the tiles using waste of ceramic industry. The compression tests were performed at a strain rate of 2.0 mm / min and the maximum load applied in the cylinders was 50 ton, to evaluate only the behavior of both cylinders in their elastic modulus, this determination is made on samples, according to the Standard NMX-C-164-ONNCCE-2002. Digitalized also a hydraulic press, with capacity of 500 tons, using cylindrical specimens of 10cm height. The resin, which in this case functions as binder or matrix, must be able to wet and adhere loads, the tile protecting the environment, preventing water absorption and being able to transfer the load to the aggregates. It is important not only mechanical and chemical properties of the resin, but also the viscosity and ability to incorporation of fillers.

Polymers, polyester resin, polymer matrix, polymer tile

Citación ORTEGA, Jesus, ORDAZ, Didia CONTRERAS, Joaquín. Efecto de la incorporación de cerámicos en resinas poliéster para losetas poliméricas. Revista de Simulación y Laboratorio. 2016, 3-6: 9-14

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

El uso de los polímeros ha tenido un gran impacto a lo largo de los últimos 45 años.

El uso de las resinas inicialmente fue una solución para la reparación de fisuras y relleno de poros, para este caso se emplea un monómero de baja viscosidad (metil metacrilato), este se cataliza por medio de la radiación calisis o reacción térmica dentro de las fisuras o los poros mejorando la resistencia mecánica del elemento.

Resina poliéster

La resina funciona como un aglutinante o matriz, esta debe de ser capaz de mojar y adherir las cargas a los agregados. Son importantes las propiedades químicas y mecánicas de la resina, así como también la viscosidad y la capacidad de incorporación de carga. Las cargas tienen dos efectos importantes, uno es la resistencia mecánica y el otro es la viscosidad de la pasta. Algunas de las cargas empleadas fueron la marmolita calcificada en grano grueso, mediano o fino, caolín, entre otras.

Determinación del peso específico de los agregados

Es impórtate como parte de la investigación determinar el peso específico de los agregados, evaluando el peso específico de mezclas de resina agregado a diferentes concentraciones y empleando la regla de las fases.

Efecto de las cargas en las propiedades de la resina

Se observó que la viscosidad de la resina se ve incrementada por la incorporación de cargas.

Una de las propiedades apreciadas en la loseta es la resistencia química y baja permeabilidad a diferentes solventes orgánicos. En la Tabla 1 se muestran la resistencia y permeabilidad de la loseta polimerica y en la Tabla 2 se muestran los resultados de la resistencia química a diferentes tipos de ácidos.

Solvente	Concreto Polimérico	Cemento Portland
Agua	Ok	Permeable
Gasolina	Ok	Permeable
Aceite Hidráulico	Ok	Permeable
Sosa cáustica)	Ok	Corroe
Ácidos	Ok	Corroe

Tabla 1 Resistencia y permeabilidad de la loseta polimérica

Agente químico	Concentración	Resistencia residual a la compresión
Ácido acético	20%	64%
Ácido clorhídrico	5%	93%
Ácido Fórmico	20%	75%
Ácido Nítrico	6%	65%
Ácido Sulfúrico	30%	76%
Agua de mar	-----	-----
Alcohol Etilico	50%	80%
Amoniaco	5%	87%

Tabla 2 Resistencia química a diferentes tipos de ácidos

Metodología

En base a una búsqueda en la zona de Pachuca de Soto, Hidalgo, y en internet, se procedió a la compra de la materia prima, la resina, algunos tipos de cargas, refuerzos y catalizador, obteniendo buenos precios de venta y envío. primero se procedió a hacer un muestreo de las cargas. Como las muestras son de un peso considerable, se secaron de forma directa en exposición a los rayos del sol, colocando el agregado pétreo sobre una superficie plana de concreto hidráulico y esparcida, previamente barrida, debiendo de mover el material con escoba, de forma continua, para que el secado sea uniforme.

Disgregado.

El agregado pétreo, que presento grumos, se disgrego con un disgregador de madera de 10.0 por 10.0 centímetros de base por 20.0 centímetros de altura, con un peso de un kilogramo, y protegido en la base con una placa de neopreno, el material se disgregó únicamente con el peso del pisón, sin la aplicación de fuerza adicional.

1. El material una vez secado y disgregado, se juntó con la pala, hasta hacer un cono. Posteriormente, se traspaleó tomando el material de la base para formar otro cono, esparciendo el material en la parte superior del cono. Este traspaleo del material, se realizó en tres ocasiones hasta obtener un mezclado adecuado y uniforme del agregado.
2. El cono se truncó en la parte posterior con la pala cuadrada.
3. El cono truncado, se dividió en cuatro partes iguales con la pala cuadrada, teniendo los cuatro cuarteos, las mismas características el material.

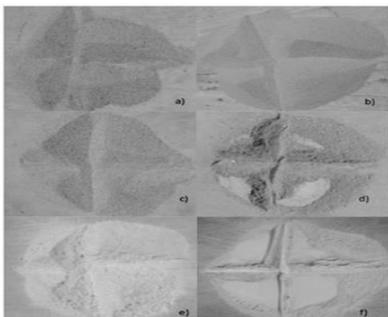


Figura 1 Agregados pétreos a analizar a (barro malla 40/50 b) barro malla 20/30 c) cerámicos granos d) cerámicos triturados e) caolín f) barita

Otra prueba importante a realizar fue la Composición granulométrica de una muestra de suelo, ya que las propiedades mecánicas de un suelo grueso, y su resistencia al esfuerzo cortante, están directamente en función de su composición granulométrica y la orientación de sus partículas, por ello es de suma importancia conocer la cantidad de tamaños que forman sus partículas para predecir su comportamiento.

A su vez para realizar la clasificación de un suelo, por el Sistema Internacional “SUCS”, se requiere calcular los coeficientes de curvatura que están en función de su curva granulométrica. El procedimiento a seguir fue el siguiente:

1. Se hirvieron 200 g de material que pasa la malla No. 4 en un recipiente metálico a fuego lento durante 15 minutos para que todas sus partículas se disolvieran.
2. El material hervido, se lavó mediante el siguiente procedimiento:
3. Se colocó el material con un tirante de agua de una pulgada, aproximadamente.
4. Se agitó el material con una varilla, en forma de ochos, por un lapso de 15.0 segundos, aproximados.
5. Se vació el material con el agua en la malla No. 200, y se cribó al chorro del agua.
6. Se regresó el material al recipiente y se repitieron los pasos anteriores hasta que el agua estuvo totalmente transparente.
7. Se colocó en una charola circular, a fuego lento en una fuente de calor, hasta que perdió totalmente su contenido de humedad.
8. Una vez seco el material, se pasó mediante cribado, por las mallas incluidas dentro de los tamaños de la No. 4 a la No. 200.
9. Durante el cribado de la muestra, se anotó el peso en gramos retenido en cada una de las mallas.
10. Se calculó el por ciento retenido en cada malla, dividiendo el peso retenido entre el peso total de la muestra por cien.
11. Se fueron sumando los porcentos parciales de cada malla, para definir los porcentajes acumulados.

Una vez hecho este procedimiento se colocaron en una gráfica los resultados, donde en la parte superior e inferior se marcan los porcentajes a usar de cada agregado y a la derecha e izquierda los porcentajes que pasan, como la que se mostrará en el ejemplo que se muestra en la Figura 2.

Se marcan los rangos que delimita la norma para el porcentaje que pasa para cada tamiz. Se unió por una línea el porcentaje que pasa del agregado "A", a la izquierda del gráfico, con el porcentaje que pasa del agregado "B", a la derecha, para los tamices correspondientes entre sí. Se marcó la intersección de esta línea con sus límites superior e inferior, del rango correspondiente al tamiz. Se repitió esto para todos los tamices.

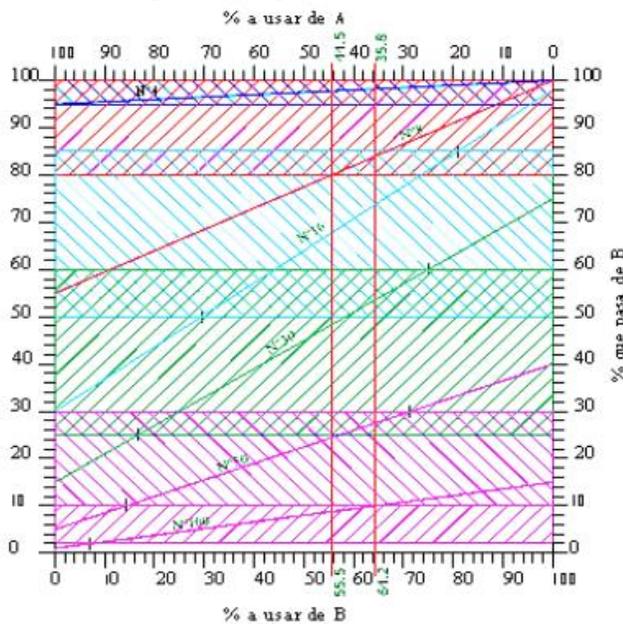


Figura 2 Gráfica para la obtención de porcentajes de cargas pétreas

La marca con el límite inferior más a la derecha y la marca con el límite superior más a la izquierda, dieron los valores para calcular las proporciones, en porcentaje, de cada agregado. Estas dos marcas se prolongaron hasta la parte superior e inferior de la gráfica, obteniéndose dos valores, que se promedian, para obtener el porcentaje a usar de cada agregado.

Una vez obtenidos los porcentajes de las cargas para cada una de las 3 distintas formulaciones que se realizaron para el diseño de las losetas poliméricas se procedió a elaborar este producto empleando moldes para probetas.

Lo último a realizar fueron las pruebas mecánicas y para esta investigación se utilizó la maquina universal, con tres probetas de 30 cm de largo (Figura 3).



Figura 3 Maquina universal Instituto Tecnológico de Pachuca

Para la prueba de flexión se mide el valor aparente del esfuerzo de tracción de una viga hecha con el material de la loseta, debido a una carga que produce la ruptura por flexión, (Figura 4) suponiendo condiciones de elasticidad y homogeneidad del material. Para este ensayo se utilizaron vigas de 5 cm x 15 cm.



Figura 4 Maquina para prueba de flexión

La última prueba fue la de compresión.

Este ensayo mide la resistencia que opone el material a ser comprimido bajo la aplicación de una determinada carga. La resistencia a la compresión de las probetas fue medida haciendo uso de la prensa hidráulica (Figura 5) a temperatura ambiente (25°C). Fueron ensayados tres cilindros.



Figura 5 Prensa Hidráulica Instituto Tecnológico de Pachuca.

Resultados

PRUEBA:

- ✓ Determinación del peso volumétrico seco suelto

Fórmula:

$$p. v. s. = \frac{\text{Peso del material en g}}{\text{Volumen del molde l}}$$

	A	B	C
Peso de la muestra kg	14.03	14.62	15.05
Volumen (m ³)	0.01	0.01	0.01
Peso volumétrico suelto(kg/m ³)	1403.7	1462.5	1505.1
Densidad(kg/m ³)	1403.7	1462.5	1505.1

Tabla 3 Primera parte de los resultados del peso vol. Seco

	D	E	F
peso de la muestra kg	13.274	10.533	11.186
Volumen(m ³)	0.010	0.010	0.010
P.V.S.(kg/m ³)	1327.4	1053.3	1118.6
Densidad(kg/m ³)	1317.4	1053.3	1118.6

Tabla 4 Primera parte de los resultados del peso vol. Seco (continuación)

Mezcla Prueba	Mezcla 1 70X60	Mezcla 2 70X60	Mezcla 1 A596-1	Mezcla 2 A596-1	Mezcla 3 A596-1
Compresión (kg/cm ²)	273.10	409.64	550.50	561.80	627.91
Tensión directa	16.67	22.11	20.42	24.24	28.80
Módulo de ruptura	186.01	214.9	220.10	216.96	230.59

Tabla 5 Pruebas de resistencia mecánica

Conclusiones

La idea de crear una loseta polimérica comenzó con la necesidad de tener materiales más resistentes y a la vez ligeros que puedan soportar las inclemencias del tiempo, y el esfuerzo al que son sometidos pero que a la vez reduzca su costo de transporte y aumente su durabilidad, siempre y cuando no perjudique al medio ambiente.

La loseta polimérica es una mezcla endurecida de varios agregados secos y una resina sintética que se usa como agente aglomerante, que al ser combinados por medio de un proceso de mezcla, moldeo y curado, surge una matriz poderosa, que reforzada con fibra de vidrio da como resultado una resistencia y rigidez excepcional.

Con esta investigación se demuestra que los agregados afectan las propiedades mecánicas y que el uso de materiales que son considerados como desperdicio de otras industrias pueden ser reutilizados para reducir aún más costos de producción

Referencias

- ACI. (2009). *Casting and polymers in concrete*.
- AOC. (2010). *Less weight more muscle*.
- Flower, D. W. (1989). *Future trends in polymer concrete*. Publicaciones ACI.
- Gorninski, J. D. (2004). *Study of the modulus of elasticity of polymer concrete*.
- Luis, A. J. (2002). *Concreto polimerico*.
- Nations, U. (2002). *Review of science and technology*.
- Ortega, J., Camargo, T., Sánchez, C. y León, Y. *Estudio de la incorporación de agregados pétreos en resinas para concreto polimérico*. Ecorfan. Revista de Energía Física y Química. Vol 2 No. 2. Enero-Marzo 2015
- TYBERG, C. S. (1999). *Tough, void-free flame retardant phenolic matrix materials*.