

Diseño de microconcretos experimentales fabricados con arena triturada producida en la región centro de Guerrero.

RUIZ-CRUZ, Luis Fernando*†, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, GODINEZ-JAIMES, Flaviano, BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziel.

Facultad de Ingeniería de la UAGro.

Recibido: Agosto, 22, 2017; Aceptado febrero 9, 2018

Resumen

Con el fin de determinar el comportamiento de las arenas trituradas de la región centro del estado de Guerrero en el campo de la industria de la construcción se realizaron pruebas básicas de control de calidad a los agregados donde se verificó que el material cumpliera con las especificaciones de las normas. Para la dosificación se aplicó el método de volúmenes absolutos para determinar los diseños de mezclas a una resistencia a compresión simple de 200 kg/cm² donde se utilizó la arena triturada de la región, así como también el diseño de morteros a la misma resistencia de compresión simple donde la arena triturada contenía partículas no mayores a 9.5 mm llamándole a esta mezcla microconcreto. Se realizaron probetas las cuales se ensayaron a compresión simple en 7, 14 y 28 días para obtener las gráficas de resistencia y hacer un comparativo entre estas dos mezclas de mortero y el microconcreto.

Palabras clave: Polvo de trituración, Microconcreto, Mortero, Trabajabilidad, Calidad.

Abstract

In order to determine the behavior of the crushed sands of the central region of the state of Guerrero in the field of the construction industry, basic tests of quality control were carried out to the aggregates where it was verified that the material complied with the specifications of the rules. For the dosage, the absolute volume method was applied to determine the mix designs at a simple compressive strength of 200 kg / cm² where the crushed sand of the region was used, as well as the design of mortars at the same compressive strength Simple where the crushed sand contained particles no larger than 9.5 mm by calling this microconcreto mixture. Samples were made which were tested in simple compression in 7, 14 and 28 days to obtain the resistance graphs and to make a comparison between these two mixtures of Mortar and microconcrete.

Key words: Powder of crushing, Microconcrete, Mortar, Workability, Quality.

Citación: RUIZ-CRUZ, Luis Fernando*†, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, GODINEZ-JAIMES, Flaviano, BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziel. Diseño de microconcretos experimentales fabricados con arena triturada producida en la región centro de Guerrero. Foro Estudios sobre Guerrero. 2019, mayo 2018 - abril 2019 Vol.6 No.1 347-355.

*Correspondencia al Autor: Luis.06_87@hotmail.com

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La dosificación de una mezcla de concreto consiste en determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse (Kosmatka, Paraneese, Kerkhoff, & Tanesi, 2004).

Para encontrar las proporciones más apropiadas, será necesario preparar varias mezclas de prueba, las cuales se calcularán con base en las propiedades de los materiales y la aplicación de leyes o principios básicos preestablecidos. Las características de las mezclas de prueba indicarán los ajustes que deben hacerse en la dosificación de acuerdo con reglas empíricas determinadas.

En la actualidad existe una gran variedad de Métodos de Diseño de Mezclas que están normalizados, pero solamente se usan en circunstancias que se necesite un certificado de un organismo a nivel nacional para fines administrativos y técnicos de las obras. (L., 2004)

El método tradicional especifica que al mezclar el cemento, el agua, el aire atrapado, el agregado (arena y piedra y/o agregado grueso y agregado fino) y en algunos casos aditivos, se obtiene finalmente un material llamado concreto. (Panareese., 1992)

El microconcreto es definido al igual que el un mortero, una combinación entre cemento, agua, arena, solo que aquí interviene el agregado grueso de tamaño menor a 9.5 mm (3/8") que le proporcionara una mayor adherencia.

En el presente trabajo de investigación, se presenta el diseño y proporcionamiento de mezclas para condiciones normales de microconcreto y mortero, con resistencia a la compresión $f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, usando los agregados de los bancos de materiales de la región en este caso las arenas trituradas proveniente del banco Xochomulco (Cantera), que cumplen con las características que marcan las normas, aplicando previamente las pruebas básicas de control de calidad.

El polvo de piedra es un residuo obtenido como resultado de la trituración de las piedras (gravas) y es conveniente tratarlo por la importancia que tiene como filler (fino) en las mezclas de hormigón por tal motivo se diseñó microconcreto con el método de diseño de morteros debido a sus tamaño máximo de partícula (9.5 mm) que este árido contiene.

La principal utilización del polvo de piedra en la región del estado de guerrero es en la fabricación de tabicones, blocks principalmente debido a su alto peso que este posee da resultados favorables en la elaboración de estas piezas así también como filler (fino) en los hormigones asfálticos, lo que a su vez se emplean en la pavimentación de los distintos tipos de viales que tanta importancia tienen para el desarrollo económico y social. Cabe mencionar que además se utiliza como material de base y sub-base en la construcción de carreteras asfálticas. (Hernández Castañeda & Mendoza Escobedo, 2006).

Objetivo

Realizar las pruebas básicas al agregado pétreo (polvo de trituración) y elaborar un diseño de mezclas de microconcreto y mortero, a una resistencia similar y realizar y un comparativo entre estas dos mezclas.

Artículo

DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA

Metodología a desarrollar

Para realizar el estudio de la presente investigación primero se visitó el banco de material para realizar el muestreo (NMX-C-030, 2005). El banco llamado “Alarcón”, Cuevas” y “Grupo Xochomulco”, Figura 1.1 y así poder llevar a cabo un muestreo adecuado y obtener el agregado llamado polvo de trituración, Figura 1.2. Los bancos de material se ubican al norte de la Ciudad de Chilpancingo a una distancia de 4.5 km desviación a la izquierda a 120 m, sobre la carretera Federal Chilpancingo-Chichihualco. Estos bancos son de la zona de la presa “Cerrito Rico”, el material se obtiene de la cantera que es procesado por medio de trituradoras y cribas vibratorias para separar los finos de la grava, Figura 1.3.



Figura 1.1 Vista de la trituradora Xochomulco.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 1.2 Polvo de trituración o arena triturada.
Fuente: Elaboración Propia.

Foro de Estudios sobre Guerrero

Mayo 2018- Abril 2019 Vol.4 No.5 347-355



Figura 1.3 Equipo de trituración de agregados.
Fuente: Elaboración Propia.

Para determinar si las arenas de trituración en cuestión cumplen con las especificaciones y normas, éste fue sometido a las pruebas básicas de control de calidad en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería, las cuales fueron las siguientes:

- Contenido de humedad.
- Clasificación de material en greña.
- Peso Volumétrico Seco Suelto, PVSS.
- Peso Volumétrico Varillado Seco, PVVS.
- Granulometría.
- Material que pasa la malla # 200.
- Impurezas Orgánicas.
- Absorción.
- Densidad de agregados.

Se describirá solamente el procedimiento de las pruebas de laboratorio aplicadas a los agregados pétreos del banco Xochomulco para el caso de las arenas trituradas.

Diseño de microconcreto

De los resultados de las pruebas físicas, se hizo el proporcionamiento para la mezcla de microconcreto, utilizando el método de volúmenes absolutos, con el cual se calculó la dosificación del cemento, la arena, la grava y el agua, una vez hecho el diseño para 1 m³ de mezcla, se pesaron las cantidades necesarias según el diseño para elaborar un volumen de mezcla de 0.0025 m³.

Artículo**DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA**

Los moldes para los cubos y cilindros se engrasaron para evitar que el microconcreto se adhiriera a las paredes del mismo, para elaborar dicha mezcla se utilizó la mezcladora eléctrica con la velocidad más baja debido a las pequeñas partículas de las gravas que contiene la mezcla y evitar daños a la olla, Figura 2.1.



Figura 2.1 Mezcladora eléctrica.
Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de mezclas de microconcreto.

Para elaborar la mezcla de microconcreto se procede el mismo método establecido para la elaboración de mezclas en el laboratorio, ya sea de microconcreto o morteros, debido a que la mezcla se encontraba un poco seca al realizar la prueba de fluidez, Figura 3.1, 48.2 % (Mendoza, Mena, Fuentes, & Erazo, 1997), se agregó 102.8 gr. de agua, Figura 3.2, se midió nuevamente la fluidez, resultando esta de 122.3 %, por lo que la mezcla se presentó más trabajable que la anterior, después de esta prueba se procedió al llenado de cubos y cilindros, se le dio acabado, Figura 3.3 y se colocaron en el cuarto de curado para controlar la temperatura. Una vez transcurridas 24 horas se descimbraron las probetas y se colocaron en el cuarto de curado a través del método de inversión de agua. (NMX-C-159, 2004), Figura 3.4 y 3.5.

Foro de Estudios sobre Guerrero

Mayo 2018 - abril 2019 Vol.6 No.1 347-355



Figura 3.1 Dimensionamiento de prueba de fluidez.
Fuente: Elaboración propia



Figura 3.2 Prueba fluidez.
Fuente: Elaboración propia



Figura 3.3 Llenado de probetas cilindros.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.4 Ensayes en el cuarto de curado.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.5 Probetas descimbradas.

Fuente: Elaboración propia

Para el llenado de moldes así como para el curado de las muestras se efectuaron los procedimientos establecidos en la norma (NMX-C-159, 2004), referente a la elaboración, curación y ensaye a compresión en el laboratorio de especímenes de concreto.

Resultados

Se obtuvieron los resultados de las pruebas realizadas de la arena triturada (polvo de trituración) y a la grava así como también la información considerada al cemento, Tabla 1.

	Grava
Pvss. (kg/m ³)	1233
Pvss. (kg/m ³)	1504
Densidad (gr/cm ³)	2.60
% absorción	0.61
% humedad	0.041
Banco	Banco Xochomulco
Polvo de trituración	
Pvss. (kg/m ³)	1605
Pvss. (kg/m ³)	1727.15
Densidad (gr/cm ³)	2.55
% absorción	2.12
M.f.	3.45
Impurezas orgánicas	Negativo
Banco	Banco Xochomulco
Cemento	
Pvss. (kg/m ³)	1400
Densidad (gr/cm ³)	2.99

Tabla 1. Resumen de resultados obtenidos en las pruebas básicas de control de calidad. Fuente: Elaboración propia.

Diseño de microconcreto utilizando el método de volúmenes absolutos.

Requisitos de proyecto

- 1.- Revenimiento 7.5 a 10 cm, con un $f'c = 200$ kg/cm².
- 2.- T.M.A.N. 9.5 mm o 3/8".
Tipo de cemento CPO 30R (Tolteca Extra)
Elemento estructural de diseño
Volumen de concreto: 1 m³.
- 3.- Agua: 228 kg/cm³, con 2 % de aire incluido.
- 4.- Relación agua/ cemento (A/C)= 0.65.
- 5.- Cantidad de cemento: 350.77 kg/m³
- 6.- Cantidad de grava: 594 kg/m³
- 7.- Cantidad de materiales:

Materiales	kg/m ³	Densidad	Litros
Cemento	351	3	117
Agua	228.00	1.00	228
Grava	594.00	2.60	229
Aire			20
			594
Polvo de trituración	1035	2.55	406
Totales	2208		1000

Tabla 2. Muestra el cálculo de la cantidad de materiales para la elaboración de microconcreto. Fuente: Elaboración propia.

Peso volumétrico del concreto fresco:

2,208 kg/m³.

La relación de agua/ cemento es de 0.65, la cual resulta moderada.

8.- Ajuste de mezcla.

Se agregó 0.1028 litros ó 102.8 ml equivalente a 0.1028 kg de agua.

9.- Relación grava/arena: 36% / 64%.

Resultando una proporción cemento-arena-grava de 1:3:1³/₄.

Una vez que se obtuvo el proporcionamiento del microconcreto, para las probetas: 18 cubos de 5 x 5 x 5 cm y 12 cilindros de 5 cm por 10 cm de altura, se calcularon para un volumen de 0.0258 m³.

Artículo

DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA

Foro de Estudios sobre Guerrero

Mayo 2018 - abril 2019 Vol.6 No.1 347-355

Cálculo de las cantidades

Materiales	0.0258 M ³ DE CONCRETO		
	Kg/m ³	M ³	Kg
Cemento	351	0.0258	9.056
Agua	228	0.0258	5.882
Polvo de Trituración	1035	0.0258	26.703
Grava	595	0.0258	15.351

Tabla 3. Proporción en peso en volumen para 1 saco de cemento. Fuente: Elaboración propia.

Ensaye de especímenes de microconcreto

Para llevar a cabo la prueba de resistencia a compresión, se realizó de acuerdo a las especificaciones establecidas en las normas (NMX-C-109, 2013) y (NMX-C-083, 2004), referentes al cabeceo y determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto, en este caso se ensayaron los especímenes tanto de cilindros como de cubos a 7, 14, 28 días al término de cada edad. Una vez los especímenes retirados del agua, se secaron, se pesaron, se dimensionaron para calcular su área, Figura 4.1, 4.2, 4.3.

Finalmente a cada espécimen se le aplicó carga y se procedió a calcular su resistencia respectiva, Figura 4.4, 4.5, 4.6.



Figura 4.1 Dimensionamiento de las probetas de ensayo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.2 y 4.3 Peso de los cilindros y cubos de microconcreto. Fuente: elaboración propia.



Figura 4.4 Colocación de especímenes en la prensa hidráulica. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.5 Ensayo a compresión simple. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.6 Fallas en espécimen de cubos y cilindros de microconcreto. Fuente: Elaboración propia.

El resto de los ensayos se efectuaron el procedimiento descrito anteriormente. Se obtuvieron las resistencias promedio de los cubos y cilindros de microconcreto.

- Fluidez: 122.3 %.
- Relación agua/cemento (diseño): 0.65.
- Relación agua cemento (real): 0.77.
- Proporción cemento-arena-grava (peso) 1:3:1.75.

A continuación se muestra la gráfica de resistencia a compresión simple del microconcreto en especímenes de cubos y cilindros a 7, 14 Y 28 días, Gráfico A.



Gráfico A. Muestra la resistencia a la compresión simple en probetas de cubos y cilindros de microconcreto. Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico B se presentan con fines comparativos se muestra la resistencia a compresión simple de morteros en especímenes de cubos y cilindros a 7 y 14 días. La cual se observa que se mantiene la misma tendencia en la edad y valor de resistencia, considerando que no existen diferencias muy significativas.

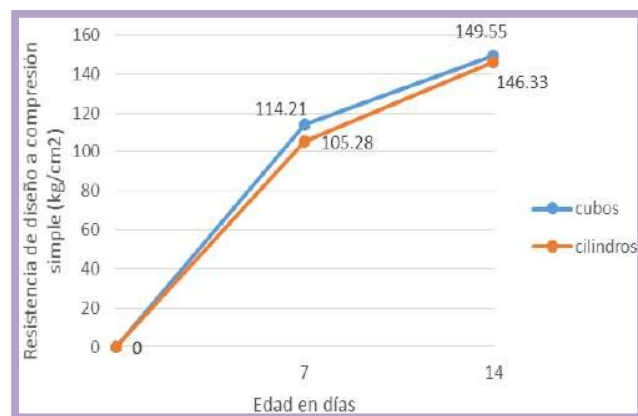


Gráfico B. Muestra la resistencia a la compresión simple en probetas de cubos y cilindros de mortero. Fuente: Elaboración propia.

Para obtener con mayor precisión los resultados entre la resistencia se muestra la siguiente tabla donde se realiza la comparativa de resistencias a compresión simple entre los especímenes de cubos de mortero con microconcreto, Gráfico C y D.

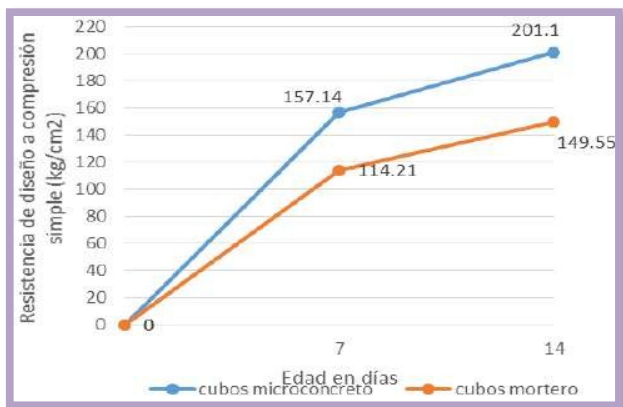


Grafico C. Muestra la resistencia a la compresión simple en probetas de cubos de microconcreto comparándolo con los de mortero. Fuente: Elaboración propia.



Grafico E. Muestra la Resistencia a la compresión simple de los ensayos de microconcreto a 28 días. Fuente: Elaboración propia.

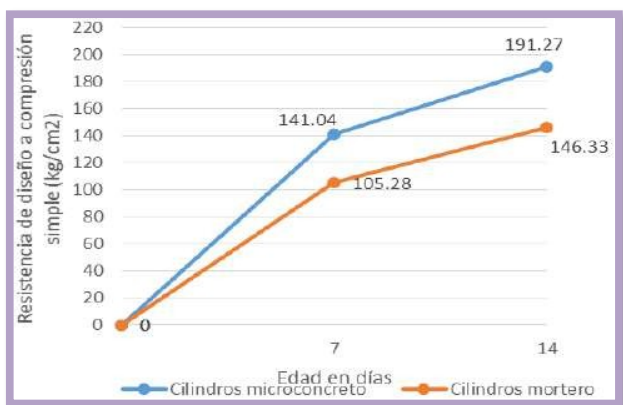


Grafico D. Muestra la resistencia a la compresión simple en probetas cilíndricas de microconcreto comparándolo con los de mortero. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se muestran los resultados de resistencias promedios entre los ensayos de las

Resistencia a la compresión simple del microconcreto.			
Edad (días)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²)		
	Cubos	Cilindros	F'c Promedio
7	157.14	141.04	149.09
14	201.10	191.27	196.20
28	220.34	216.45	218.40

probetas, Tabla 4 y Grafico E.

Tabla 4. Resistencia a la compresión simple de los ensayos de microconcreto. Fuente: Elaboración propia.

A través de los resultados analizados, comprobamos que el diseño de microconcreto elaborado ha alcanzado la resistencia de manera significativa, esto quiere decir que el polvo de trituración es apto para ser utilizado en la elaboración de mezclas ya especificadas.

Agradecimiento

Agradezco al CA-107-UAGRO por aceptar mi petición de formar parte del grupo de investigación y por su gran apoyo, orientación mutua que me brindó para que se llevara a cabo este trabajo, por su amabilidad, paciencia y dedicación en el trabajo, muchas gracias.

Contribución

Los morteros y microconcretos diseñados con este material se han utilizado en la Región Centro desde hace varios años. Sin embargo, las dosificaciones han sido empíricas, razón por la cual se desconoce el resultado de resistencia de dichas dosificaciones. Por lo que al aplicar las dosificaciones obtenidas dará un indicio práctico de la resistencia que alcanzara la mezcla. Debe comentarse que los autores no encontraron información sobre procedimientos similares.

Artículo

DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA

Conclusiones

La mezcla de microconcreto en proporción cemento-arena-grava de 1:3:1.75, así como las mezclas de mortero cemento-arena en la misma proporción son adecuadas para utilizarse en la construcción. Además tradicionalmente también se han utilizado en áreas específicas en construcciones de bóvedas o cascarones de ferro cemento, ya que en ambos casos este material ha alcanzado la resistencia a compresión simple de 200 kg/cm² e incluso hasta mayores.

El microconcreto presenta mayor resistencia a la compresión que el mortero debido a que las partículas de grava que contiene le aportaron una mayor adherencia y resistencia, pero no implica que el mortero no pueda ser utilizado, ya que cumple con la resistencia indicada en el diseño, las cuales se encuentran en los estándares de calidad.

Las resistencias obtenidas del microconcreto y mortero ensayado a las diferentes edades muestran una tendencia significativa, con valores muy cercanos entre sí, por lo que es recomendable que para trabajos posteriores al determinar su calidad se utilice cualquier forma de molde ya que la variación es mínima.

Esta investigación está en proceso y se continúa para poder obtener finalmente las proporciones de materiales para microconcreto y morteros a determinadas resistencias, donde se utilizaran diferentes materiales de la región y así emplear estas dosificaciones bajo los estándares que indica la norma.

Referencias

Kosmatka, S. C., Paranes, W. C., Kerkhoff, B., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Skokie, Illinois, EE.UU.: Portland Cement Association.

Foro de Estudios sobre Guerrero

Mayo 2018 - abril 2019 Vol.6 No.1 347-355

Hernández castañeda, O., & Mendoza Escobedo, C. (2006). Durabilidad e infraestructura: retos e impacto. *INGENIERÍA Investigación y Tecnología VII. 1.*, 57-70.

L., G. A. (2004). *Concreto Simple "Ingeniería y Construcción"*. Cuenca, España: Universidad de Cuenca.

Mendoza, C., Mena, M., Fuentes, A., & Erazo, E. (1997). *Propiedades del ferrocemento*. Mexico, Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.

Panarese., S. H. (1992). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Asociación del Cemento Portland.

NMX-C-030. (2005). Norma Mexicana de la Industria de la Construcción. *Agregados-Muestreo*. México, D.F.: ONNCCE.

NMX-C-083. (2004). Norma Mexicana de la Industria de la Construcción. *Determinación de la resistencia a compresión de cilindros de concreto*. México, D.F.: ONNCCE.

NMX-C-109-ONNCCE- Norma Mexicana de la Industria de la Construcción *Cabeceo de especímenes de cilindros*.

NMX-C-159-ONNCCE- Norma Mexicana de la Industria de la Construcción *Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio*.

RUIZ-CRUZ, Luis Fernando*†, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, GODINEZ-JAIMES, Flaviano, BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziél. Diseño de microconcretos experimentales fabricados con arena triturada producida en la región centro de Guerrero. *Foro Estudios sobre Guerrero*. 2019, mayo 2018 - abril 2019 Vol.6 No.1 347-355.