

## Análisis de la resistencia en morteros elaborados con arena de los bancos que suministran a la ciudad de Chilpancingo, Guerrero

CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo\*†, ZÚÑIGA-GUTIERREZ, Martín, TRUJILLO-MARTÍNEZ, Gaudencio Lui, MARTÍNEZ-RAMÍREZ, Marco César

Unidad Académica de Ingeniería, Av. Lázaro Cárdenas s/n, Ciudad Universitaria Sur, Chilpancingo, Gro.

Recibido Julio 30, 2014; Aceptado Enero 26, 2015

### Resumen

En este trabajo se analiza parte del estudio experimental en morteros, por medio de una comparación de la resistencia obtenida en especímenes de mortero en el laboratorio, además del comportamiento que tiene el cemento de albañilería marca Moctezuma estudiado a la edad de 28 días conjuntamente con la arena de los bancos más utilizados en la región de Chilpancingo, los cuales son Mezcala, Papagayo, Plan de Lima y El Quemado. Se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar. Los resultados han permitido identificar que banco de suministro otorga la más baja y mayor resistencia en morteros hidráulicos.

**Mortero, Banco de Arena, Resistencia, Cemento de Albañilería.**

### Abstract

In this work experimental study of the mortars is analyzed by means of a comparison of resistance on mortar specimens obtained in the laboratory, besides the behavior that has the mark masonry cement Moctezuma studied at age 28 days together with the arena of the most used in the region of Chilpancingo, which are Mezcala, Papagayo, Plan de Lima and El Quemado banks. An analysis of variance with completely randomized design was conducted. The results have identified that supply bank gives the lower and higher resistance in hydraulic mortars.

**Mortar, Bank Arena, Endurance, masonry cement.**

**Citación** CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, ZÚÑIGA-GUTIERREZ, Martín, TRUJILLO-MARTÍNEZ, Gaudencio Lui, MARTÍNEZ-RAMÍREZ, Marco César. Análisis de la resistencia en morteros elaborados con arena de los bancos que suministran a la ciudad de Chilpancingo, Guerrero. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2014 – Abril 2015, 1-2:151-154

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: acuevas36@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Resumen

En este trabajo se analiza parte del estudio experimental en morteros, por medio de una comparación de la resistencia obtenida en especímenes de mortero en el laboratorio, además del comportamiento que tiene el cemento de albañilería marca Moctezuma estudiado a la edad de 28 días conjuntamente con la arena de los bancos más utilizados en la región de Chilpancingo, los cuales son Mezcala, Papagayo, Plan de Lima y El Quemado. Se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar. Los resultados han permitido identificar que banco de suministro otorga la más baja y mayor resistencia en morteros hidráulicos.

## Introducción

El mortero, se define como el material formado por un cementante hidráulico finamente pulverizado, que al agregarle agua y arena, tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua, NMX-C-021 (2004) y formar una masa endurecida que obtiene una resistencia mecánica con el paso del tiempo. Los morteros se han utilizado para la construcción desde tiempos muy remotos por diferentes civilizaciones antiguas. Fueron evolucionando y perfeccionando a lo largo del tiempo a través del conocimiento empírico, científico y técnico. Su fabricación inicio de manera artesanal, hasta ser producido industrialmente. Las propiedades de los morteros se pueden ver modificadas en gran medida y responder a condiciones con características determinadas principalmente por su composición y manipulación, razón por la cual es conveniente estudiarlos debido a que son esenciales para cualquier obra de construcción.

## Objetivo

Comparar el comportamiento de la resistencia de morteros elaborados con cemento de albañilería de la marca Moctezuma y arena de los bancos que suministran a la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, con la finalidad de identificar que banco proporciona mejor resistencia a compresión en el mortero.

## Metodología

El presente estudio se llevó a cabo en Chilpancingo, para determinar el comportamiento de la resistencia en el mortero utilizando arena de los diferentes bancos que abastecen a la industria de la construcción de la ciudad y cemento de albañilería marca Moctezuma. Se elaboraron especímenes en el laboratorio controlando los factores que pudieran generar mayor variabilidad o tener mayor efecto en la resistencia del mortero, analizarlo, obtener resultados y formular conclusiones.

La variable respuesta es resistencia a compresión del mortero y se determinó de acuerdo a las normas mexicanas vigentes, Bajo un diseño experimental completamente al azar, se elaboraron cubos de mortero de 5X5X5 cm, con dos replicas, con una dosificación de 1:6 (1 parte de cemento y 6 partes de arena en volumen)

Para estimar el efecto del tratamiento banco se utilizó un CA, cuyo modelo es:  $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ ;  $i = 1, \dots, 4$ ;  $j = 1, \dots, 4$ . donde  $y_{ij}$  es la variable respuesta (resistencia a compresión del mortero),  $\mu$  es la media general,  $\tau_i$  es el tratamiento (banco de arena) y  $\varepsilon_{ij}$  es el error experimental.

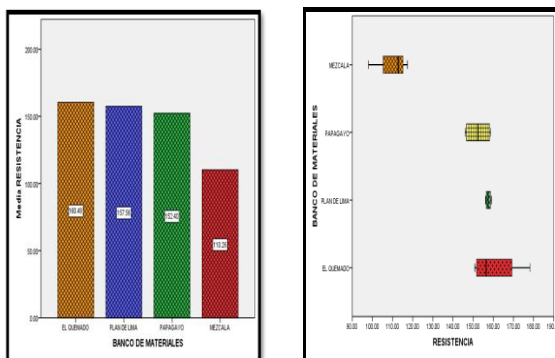
## Resultados

El análisis se realizó con el paquete estadístico SPSS (Statistical Product and Service Solutions), v18.0. En la Tabla 1, las medias por banco nos muestran para Mezcala, la menor media con respecto a los otros tres bancos, Fig. 1. En el Coeficiente de Variación (CV), se observa que todos los bancos mantienen un valor aceptable, lo que indica que existe una dispersión baja de los datos. El RCDF, nos especifica un valor no mayor del 20% de CV.

RESISTENCIA	Media	Mediana	Varianza	Desviación típica	Error típico de la media	Máximo	Mínimo	Rango	C.V.
EL QUEMADO	160.49	156.46	156.60	12.51	6.26	178.21	150.82	27.39	7.79
PLAN DE LIMA	157.56	157.48	1.58	1.26	0.63	159.04	156.23	2.81	0.80
PAPAGAYO	152.40	152.43	43.94	6.63	3.31	158.73	146.01	12.72	4.35
MEZCALA	110.26	112.80	71.16	8.44	4.22	117.40	98.03	19.37	7.65
Total	145.17	154.42	497.09	22.30	5.57	178.21	98.03	80.18	15.36

**Tabla 1** Estadísticos para la variable resistencia del mortero a la edad de 28 días

En las fig. 1, se observa para variable resistencia en el diagrama de caja que la medición mínima es de 98.03 y el máximo es de 178.21 kg/cm<sup>2</sup>. Además en las mismas figuras observamos que se tiene una dispersión mayor en el banco el Quemado, seguido de Mezcala, este último con valores de resistencia menores con respecto a los demás, y la menor dispersión del banco Plan de Lima, no se observan datos atípicos.



**Figura 1** Comparación de la media de resistencia por banco

Análisis de varianza: En el análisis de varianza de un factor para la variable respuesta Resistencia del mortero (Tabla 2), se obtiene que los promedios son significativos, es decir, que el mortero fabricado con cada una de las arenas suministrada a la ciudad de Chilpancingo producen resistencias a compresión diferentes.

Los resultados de las comparaciones de medias, Tabla 3, muestran que el banco que produce el menor promedio de la variable resistencia a compresión es el grupo 1 que corresponde a los morteros elaborados con arena del banco Mezcala y, en el grupo 2 con mayor promedio son los morteros producidos con arena de los bancos Papagayo, Plan de Lima y el Quemado. El promedio que no cumple la especificación de resistencia que corresponde a mortero tipo I (125 kg/cm<sup>2</sup>), de acuerdo al Reglamento de construcción es el mortero con arena del banco Mezcala. Los promedios que cumplen e incluso superan lo especificado, son los que corresponden al grupo 2. Tabla 3. Finalmente, de forma global el promedio de resistencia del mortero cumple con la norma.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6636.533	3	2212.178	32.380	.000
Intra-grupos	819.834	12	68.319		
Total	7456.367	15			

**Tabla 2** Análisis de varianza de la resistencia del mortero

BANCO DE MATERIALES	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
HSD de Tukey <sup>a</sup>	MEZCALA	4	110.2575
	PAPAGAYO	4	152.3975
	PLAN DE LIMA	4	157.5550
	EL QUEMADO	4	160.4875
Sig.			1.000
			.532

**Tabla 3** Comparaciones de medias de la variable respuesta resistencia del mortero

**Conclusiones**

Las propiedades que presentan cada uno de los bancos de arena influyen de manera significativa en la resistencia del mortero. Para este estudio el banco Mezcala es el que obtuvo los menores valores y, Papagayo, Plan de Lima y El Quemado los mayores valores de resistencia en el mortero. La Norma Técnica Complementaria sobre mampostería (NTC 2004), clasifica a los morteros de albañilería como tipo I (125 kg/cm<sup>2</sup>), tipo II (75 kg/cm<sup>2</sup>) y tipo III (40 kg/cm<sup>2</sup>). De acuerdo a los resultados analizados a la edad de 28 días para una proporción 1:6 los bancos Papagayo, Plan de Lima y El Quemado cumplen la especificación de mortero tipo I y el banco Mezcala como mortero tipo II.

Vivar Arce, Francisco, 2009, Modelación del comportamiento de la resistencia del mortero: considerando condiciones de curado, Trabajo de investigación, Guerrero, México.

**Referencias**

Esqueda Huidobro, Eraclio; Huerta Martínez, Raúl, 1992, Manual de aplanados de morteros de cementos pórtland, Editorial IMCYC, México.

NMX-C-021 2004, Norma Mexicana de la Industria de la construcción, Cemento para albañilería (mortero), Especificaciones y métodos de prueba, ONNCCE, México.

NMX-C-061 2004, Norma Mexicana de la Industria de la construcción, Cemento, Determinación de la resistencia a compresión de cementantes hidráulicos, ONNCCE, México.

NMX-C-085 2002, Norma Mexicana de la Industria de la construcción, Cementos hidráulicos, Método estándar para el mezclado de pastas y morteros de cementantes hidráulicos, ONNCCE, México.

GDF-RCDF 2004, Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería; Tomo 1, Gaceta Oficial de DF, México.