

Volumen 2, Número 4 — Abril — Junio - 2018

ISSN 2523-2428

# Revista de Ingeniería Civil

**ECORFAN®**

## **ECORFAN-Perú**

### **Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Redactor Principal**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Asistente Editorial**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Editor Ejecutivo**

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

### **Editores de Producción**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Administración Empresarial**

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

### **Control de Producción**

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

**Revista de Ingeniería Civil**, Volumen 2, Número 4, de Abril a Junio 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Perú. La Raza Av. 1047 No.- Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode: 11500. WEB: [www.ecorfan.org/republicofperu](http://www.ecorfan.org/republicofperu), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. Co-Editor: SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD. ISSN: 2523-2428. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

# **Revista de Ingeniería Civil**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Construcción de puentes, Desarrollo de la ingeniería ambiental, Gestión en construcción de viviendas, Infraestructura hidráulicas, Mecánica de suelos, Ingeniería sanitaria, Infraestructura vial.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902 su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Ingeniería Civil es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Construcción de puentes, Desarrollo de la ingeniería ambiental, Gestión en construcción de viviendas, Infraestructura hidráulicas, Mecánica de suelos, Ingeniería sanitaria, Infraestructura vial con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD  
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD  
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD  
University of La Rochelle

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD  
University of Bristol

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD  
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA - REYES, Julio. PhD  
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD  
Universidad Central del Ecuador

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD  
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN - CASTILLO, Hugo Iván. PhD  
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD  
University of Colorado

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD  
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD  
University of Alberta

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD  
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD  
Universidad de Sevilla

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ - ALVARADO, Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD  
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD  
University of South Florida

LARA - ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD  
Universidad París XI

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD  
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ - BONILLA, Oscar Roberto. PhD  
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD  
Syracuse University

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

VEGA - PINEDA, Javier. PhD  
University of Texas

PÉREZ - ROBLES, Juan Francisco. PhD  
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS - ÁVILES, Oscar Hilario. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ - AGUILAR, Rosa María. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD  
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN - GÁLVEZ, David. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO - ARRELLANO, Juan. PhD  
Universidad de Guanajuato

ZAVALA - DE PAZ, Jonny Paul. PhD  
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO - DÍAZ, Salvador Antonio. PhD  
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ - ZÁRATE, Josué. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ - NAVA, Pablo. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD  
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI - AGUILAR, Virgen. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN - MEDINA, Pino. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO - VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ - SANTACRUZ, J.A. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA - ZAPATA, Miguel Angel. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA - CRUZ, Genaro. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ - HERRERA, Mauricio Alonso. PhD  
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFIX - MAESTRE, Luis Enrique. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ - BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ - VARGAS, Arturo. PhD  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ - DÍAZ, Antonio. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO - MACÍAS, Aidé Aracely. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO - RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ - LEAL, Roberto. PhD  
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ - ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA - GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ - MORALES, José Alberto. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

## **Comité Arbitral**

ESCAMILLA - BOUCHÁN, Imelda. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

LUNA - SOTO, Carlos Vladimir. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ - ORNELAS, Felicitas. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO - ENCISO, Salvador Fernando. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS - SANTOYO, Edgar Augusto. PhD  
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ - GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA - MEJÍA, Yair Félix. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA - SIMBRO, German. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA - VALERIO, Roberto. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ - SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES - CARBAJAL, Carlos. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA - VARGAS, María Esther. PhD  
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA - PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - JASSO, Eva. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

FLORES - RAMÍREZ, Oscar. PhD  
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD  
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Juan Carlos. PhD  
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA - ROMERO, José Vidal. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ - MENDEZ, Luis G. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO - DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ - GONZÁLEZ, Gerardo. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA - SIFUENTES, Omar Jair. PhD  
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN - PALOMARES, Luis Antonio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO - MACOTELA, Francisco Rafael. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI - CRUZ, María Patricia. PhD  
Universidad ETAC

DÍAZ - CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES - JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD  
Centro de Investigación en Computación

VERA - SERNA, Pedro. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ - RAMÍRES, Selene Marisol. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES - CEJA, Jesús Manuel. PhD  
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ - RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ - SANTIAGO, Brenda. PhD  
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO - CONTRERAS, Ernesto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO - LAU, Jorge. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS - BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ - GÓMEZ, Tomás. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA - DUARTE, Olivia. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA - LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA - FIGUEROA, Rafael. PhD  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO - OLAGUE, José Guadalupe. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ - MORALES, Daniel Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO - ORTEGA, Vidblain. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO - BARRÓN, Allen Alexander. PhD  
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO - QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES - CISNEROS, Ricardo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ - GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA - RUBIO, Jován Oseas. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA - GONÁLEZ, Everardo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO - Tello, Esaú. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO - ÁLVEREZ, Ernesto. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ - ELIAS, Oscar Mario. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA - CORRAL, César. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA - GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Civil emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbítrros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Construcción de puentes, Desarrollo de la ingeniería ambiental, Gestión en construcción de viviendas, Infraestructura hidráulicas, Mecánica de suelos, Ingeniería sanitaria, Infraestructura vial y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

## Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Compresión de pilas con piezas de cerámica de tabique rojo recocido, con mortero tipo I y II para el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero*, por DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, ALVAREZ-TORRALBA, Eduardo, MOLINA-BERNAL, Rigoberto y PERALTA-CATALÁN, Fausto Sebastián, con adscripción en la Ciudad Universitaria Sur, como siguiente artículo presentamos, *Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=200\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=250\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=300\text{kg/cm}^2$ . Con agregados pétreos del Municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero*, por DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, MORALES-AYALA, Leonel Salvador, CASTILLO-MONTUFAR, Jose María y PERALTA-CATALAN, Fausto Sebastian, con adscripción en la Ciudad Universitaria Sur, como siguiente artículo presentamos, *Construcción de vigas de concreto reforzado y propuesta de dispositivo de ensaye a flexión para obtener gráficas carga-deflexión*, por BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziel, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, MORENO-BARRIOS, Alondra Johana y DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, con adscripción en la Universidad Autónoma de Guerrero, como último artículo presentamos, *Revisión de daños originados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en el conjunto habitacional San Francisco Cuadras*, por LÓPEZ, Roberto, CORTÉS, Ángel y LIBORIO, Yessenia, con adscripción en la Universidad Autónoma de Guerrero.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Compresión de pilas con piezas de cerámica de tabique rojo recocido, con mortero tipo I y II para el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero</b> DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, ALVAREZ-TORRALBA, Eduardo, MOLINA-BERNAL, Rigoberto y PERALTA-CATALÁN, Fausto Sebastián <i>Ciudad Universitaria Sur</i>	1-7
<b>Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un <math>f'c=150\text{kg/cm}^2</math>, <math>f'c=200\text{ kg/cm}^2</math>, <math>f'c=250\text{ kg/cm}^2</math> y <math>f'c=300\text{ kg/cm}^2</math>. Con agregados pétreos del Municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero</b> DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, MORALES-AYALA, Leonel Salvador, CASTILLO-MONTUFAR, Jose María y PERALTA-CATALAN, Fausto Sebastian <i>Ciudad Universitaria Sur</i>	8-15
<b>Construcción de vigas de concreto reforzado y propuesta de dispositivo de ensaye a flexión para obtener gráficas carga-deflexión</b> BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziel, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, MORENO-BARRIOS, Alondra Johana y DELGADO-DE LA TORRE, Daniel <i>Universidad Autónoma de Guerrero</i>	16-21
<b>Revisión de daños originados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en el conjunto habitacional San Francisco Cuadras</b> LÓPEZ, Roberto, CORTÉS, Ángel y LIBORIO, Yessenia <i>Universidad Autónoma de Guerrero</i>	22-29

## Compresión de pilas con piezas de cerámica de tabique rojo recocido, con mortero tipo I y II para el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero

## Compression of batteries with ceramic pieces of red annealing wall, with mortar type I and II for the municipality of Tecpan de Galeana, Guerrero

DELGADO-DE LA TORRE, Daniel†\*, ALVAREZ-TORRALBA, Eduardo, MOLINA-BERNAL, Rigoberto y PERALTA-CATALÁN, Fausto Sebastián

*Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria Sur, Chilpancingo, Gro.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Daniel, Delgado-De La Torre*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Eduardo, Alvarez-Torralba*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Rigoberto, Molina-Bernal*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Fausto Sebastián, Peralta-Catalán*

Recibido 20 de Marzo, 2018; Aceptado 30 de Junio, 2018

### Resumen

El presente trabajo se enfoca en analizar las propiedades físicas y mecánicas de las piezas cerámicas de tabique rojo recocido que se emplean en la construcción de la vivienda típica en la región, la cual consta de 2 cuartos, 2 baños, losa de concreto, bardas y la mayoría de construcciones que existen en el municipio etc., el banco del cual fue extraído el material para la elaboración de dichas piezas se encuentra en el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero, las piezas son elaboradas con arena arcillosa, y agua, son cocidas en un horno artesanal. Los tabiques fueron sometidos a pruebas de, dimensionamiento, absorción, compresión simple y módulo de ruptura (flexión), los morteros que fueron utilizados para la fabricación de las pilas son de tipo I y tipo II, los materiales que se emplearon son, cemento Portland tipo CPR-30 marca Tolteca, este tipo de cemento regularmente es usado en la región para la construcción, agua y arena extraída del banco "Corinto" ubicado en dicha localidad, se usó una proporción real, la que se usa en obra, para los morteros, dichas pilas fueron sometidas a compresión simple.

### Mampostería, Módulo de ruptura, Mortero

### Abstract

The present work is focused on analyzing the physical and mechanical properties of the ceramic pieces of red brick that are used in the construction of the typical house in the region, which consists of 2 rooms, 2 bathrooms, concrete slab, fences and most of the buildings that exist in the municipality, etc., the bank from which the material was extracted for the elaboration of these pieces is located in the municipality of Tecpan de Galeana, Guerrero, the pieces are made with clay sand, and water, are cooked in a traditional oven. The partitions were subjected to tests of simple compression, absorption and modulus of rupture (flexion), the mortars that were used for the manufacture of the piles are type I and type II, the materials that were used are Portland cement type CPR- According to Tolteca, this type of cement is regularly used in the region for construction, water, and sand extracted from the "Corinto" bank located in that locality, a real proportion used on site for mortars, these cells were subjected to simple compression.

### Masonry, Rupture Module, Mortar

**Citación:** DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, ALVAREZ-TORRALBA, Eduardo, MOLINA-BERNAL, Rigoberto y PERALTA-CATALÁN, Fausto Sebastián. Compresión de pilas con piezas de cerámica de tabique rojo recocido, con mortero tipo I y II para el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero. *Revista de Ingeniería Civil*. 2018. 2-4: 1-7.

\*Correspondencia al Autor: (deldaniel@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

En este trabajo de investigación nos orientamos en examinar las propiedades físicas y mecánicas de las piezas de cerámicas de tabique rojo recocido el cual se usa para la construcción de la vivienda típica en el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero. La importancia de este trabajo es cuidar el proporcionamiento para los morteros a utilizar en la construcción.

El tabique rojo recocido es un elemento de construcción principalmente elaborado en fábricas locales en las cuales no se tienen ningún control de la combustión de los materiales residuales para el calentamiento del horno del horno donde se efectúa la etapa más contaminante del proceso. El uso del tabique como material en la construcción data desde el año 8,000 a.c., época en la que se dieron los primeros asentamientos humanos. En Asia, las antiguas Ciudades de Israel, China y la India ya lo utilizaba secado o cocido en la construcción de cimentaciones, muros, bóvedas, arcos, techos apoyados en vigas, etc. En muchos países predominan las viviendas construidas con muros de mampostería, dando lugar a edificaciones de baja resistencia y ductilidad, muy vulnerables a eventos sísmicos. Los morteros son mezclas plásticas las cuales son obtenidas con un conglomerante, arena y agua, que son utilizados para pegar las piedras o ladrillos y también para revestirlos con enlucidos o revoques. El mortero de cemento Portland fue inventado por Joseph Aspdin en 1794 quien también lo patentó en 1824.

## Objetivos

El comportamiento físico y mecánico de la mampostería de tabique rojo recocido del municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero, con materiales propios de la región. Analizar la resistencia a compresión que tienen las piezas.

## Actividad sísmica regional (estado de Guerrero)

En el estado de Guerrero se registra alrededor del 25% de la sismicidad que ocurre en el territorio mexicano. Esto se debe a la subducción de la Placa de Cocos (placa oceánica) por debajo de la Placa Norteamericana (placa continental) la cual pasa por el territorio que comprende al municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero.

El contacto de estas dos placas tectónicas ocurre frente a las costas del Pacífico, desde el Estado de Jalisco, hasta Chiapas. Algunos de los sismos importantes que han ocurrido en el estado de Guerrero, por mencionar algunos, son el famoso Sismo del Ángel del 28 de junio de 1957 de magnitud 7.5, y el Sismo de Petatlán del 14 de marzo de 1979 con magnitud de 7.6. (Caballero, 2016)



**Figura 1** Ubicación de la Placa de Cocos en el estado de Guerrero

## Clasificación del suelo de Tecpan de Galeana

Los tipos de suelo localizados en zonas planas son los aluviales o de acarreo; presentan color café grisáceo o café rojizo y amarillo bosque; chernozem o negro; y estepa praire o pradera con descalcificación. En la parte media y alta de la montaña aparecen los suelos de color variado, gris amarillo, crema rojiza, etcétera, con textura de migajón arenoso y arenoso con grava. Todos ellos, aptos para la agricultura y ganadería. (Flores, 2012). Se realizaron las pruebas correspondientes al suelo utilizado para la elaboración de las piezas cerámicas de tabique rojo recocido de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (S.U.C.S.), con la cual se pudo llegar a la conclusión que el suelo es un SC (arena arcillosa) esto es porque el porcentaje de finos es el mismo que el porcentaje de arena.



**Figura 2** Estrato de arcilla

## Problemática de la mampostería en el estado de Guerrero

### Carencia de mano de obra calificada para la construcción de la mampostería

Un problema que se ha identificado en algunos productores de tabique de arcilla es agrietamiento en las piezas, y que una de las causas es la falta de suficiente fundente (aserrín, zacate, excremento de equinos, etc.), en la mezcla de arcilla. Además de no tener un secado controlado de las piezas moldeadas y que, al estar expuestas directamente al sol, se tiene un secado acelerado, generando grietas, contracción y deformación de las mismas. Una recomendación inicial es que la elaboración de piezas se realice temprano o por la tarde del día, se humedezcan los patios para que el piso no absorba el agua de la pieza y se aplique malla sombra para atenuar el asoleamiento. (Moran, 2014).

El proceso constructivo del tabique rojo recocido en el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero, región Costa Grande consta de extracción del material, elaboración de la pasta, moldeo de los tabiques, secado al sol y cocción en horno artesanal



Figura 3 Piezas de tabique rojo recocido en el horno



Figura 4 Molde de tabique

## Metodología

Se realizaron las pruebas correspondientes a las piezas de tabique rojo recocido las cuales fueron efectuadas en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero, los resultados de dichas pruebas fueron los siguientes.

### Ensaye de dimensionamiento de piezas de tabique rojo recocido

Se obtuvieron los siguientes datos al dimensionar los tabiques, los cuales fueron obtenidos del municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero, en la región Costa Grande.

Tipo de pieza	Dimensiones reales (cm)	Dimensiones Nominales Mínimas (cm) (NMX-C-038-ONNCCCE-2013)
Tabique rojo recocido	25.97 x 13.59 x 5.45	19 x 10 x 6

Tabla 1 Datos dimensionamiento.

### Ensaye de absorción

Para realizar esta prueba fue necesario el uso de 10 piezas de tabiques rojo recocido, los cuales se introdujeron y dejaron saturar en un cuarto de curado durante 24 horas, esto se hizo para saber el porcentaje de absorción que tiene el tabique, en otras palabras, para saber cuánta agua son capaces de absorber.

Tipo de pieza	Media % absorción	% ABSORCION (NMX-C-037-ONNCCCE-2013)
Tabique rojo recocido	12.58	13-21

Tabla 2 Porcentaje de absorción de los tabiques

### Ensaye de resistencia a la compresión.

Se realizó la siguiente prueba para obtener y conocer los resultados de resistencia a la compresión de los tabiques, para realizar esta prueba fueron necesarias 5 piezas de tabiques rojo recocido sin fisuras, ni grietas.

Tipo de pieza	Resistencia a la compresión real MPA ( $kg/cm^2$ )	Resistencia a la compresión mínima (NMX-C-036-ONNCCE-2013)
Tabique rojo recocido	9.04 (92.18)	6 (60)
N-CMT-2-01-001/02	Grado de calidad	B

**Tabla 3** Datos de resistencia a la compresión de los tabiques

Al realizar esta prueba a los tabiques enfocándonos en las normas N-CMT-2-01-001/02, nos dimos cuenta que tiene una clasificación B de resistencia a la compresión simple; MPA mínima.

### Ensayo de módulo de ruptura (prueba de flexión)

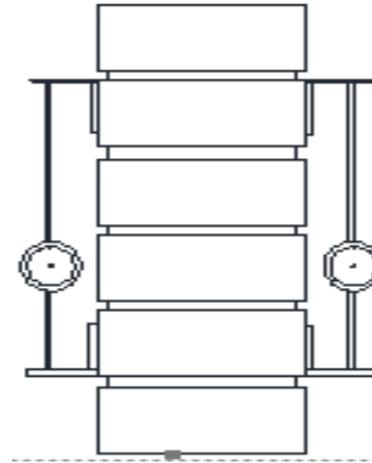
Esta prueba se realizó para la determinación del módulo de ruptura de los tabiques. Es el valor obtenido mediante el procedimiento indirecto para determinar la resistencia a la tensión del tabique y mortero por el ensayo a la flexión.

Tipo de pieza	Modulo de ruptura ( $kg/cm^2$ )	de Modulo de ruptura real (NMX-C-404-1997-ONNCCE)
Tabique rojo recocido	5.05	6

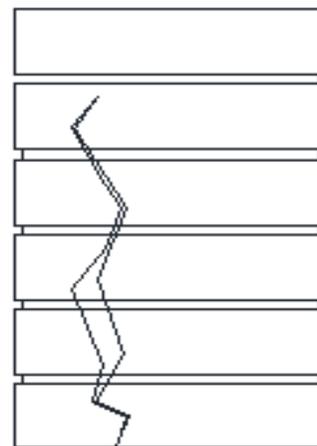
**Tabla 4** Datos del módulo de ruptura de los tabiques

### Resultados

Elaboramos 12 pilas con 6 piezas de tabiques cada una, usamos 2 tipos de morteros, mortero cemento, arena 1:3 (tipo I), mortero cemento, arena 1:4 (tipo II), las pilas 1-6 fueron elaboradas con mortero tipo I, las pilas 7-12 fueron elaboradas con mortero tipo II, todas ellas fueron sometidas a compresión simple, esta prueba se realizó con la finalidad de conocer el comportamiento y la resistencia que tiene la pieza del tabique y los morteros, se le colocaron 2 micrómetros, uno en cada lado, con la ayuda de placas de acero y un espárrago para poder fijarlos a la edad de 14 días.



**Figura 5** Dibujo de la Pila



**Figura 6** Dibujo falla de la Pila

Para realizar la prueba de resistencia a la compresión de las pilas se procedió a preparar cada espécimen de la siguiente manera, se pesaron cada una de ellas, después se requirieron de 4 placas de metal, dos en cada costado, un espárrago, y dos micrómetros uno de cada lado como se muestra en la figura 5, después se trasladaron los especímenes al laboratorio para a su vez montarlos un por uno en la prensa porter para ensayarlos a compresión simple.



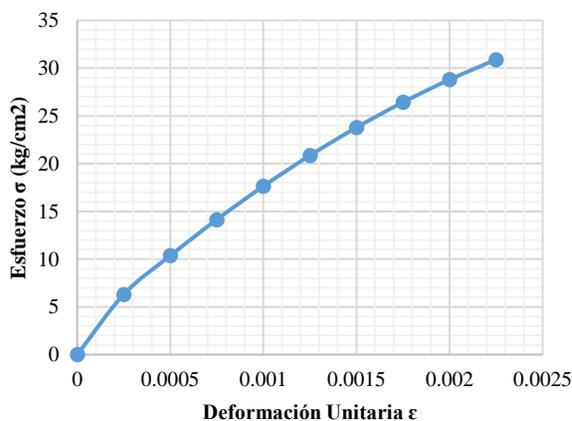
Figura 7 Ensayo a compresión de pila de mampostería

Para calcular el módulo elástico de las pilas de mampostería se utilizó la siguiente fórmula:

$$E_m = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - 0.00005} \quad (1)$$

Se ensayaron las primeras pilas a la edad de 14 días a compresión simple, las cuales fueron elaboradas con mortero cemento, arena 1:3 (mortero tipo I), de las que se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafica esfuerzo - deformación (Pilas- Mortero tipo I)



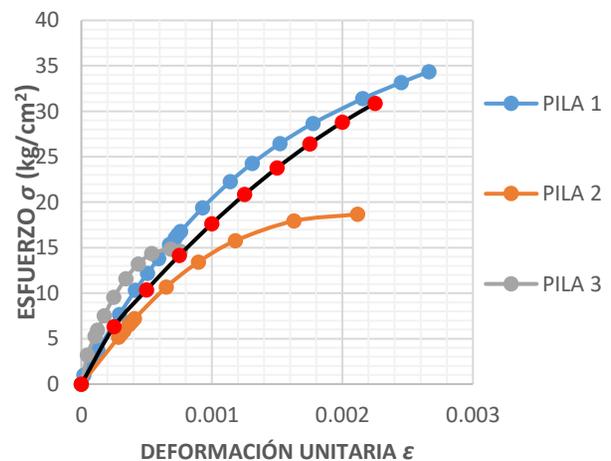
Gráfica 1 Esfuerzo – deformación de pilas con mortero tipo I

Pilas de mampostería asentadas con mortero tipo I (f*p ≥ 92 kg/cm²)	
ε	σ (kg/cm²)
0	0
0.00025	6.3099
0.0005	10.3657
0.00075	14.1404
0.001	17.6340
0.00125	20.8464
0.0015	23.7777
0.00175	26.4279
0.002	28.7970
0.00225	30.8849

fm(0.00005)=	1.262	kg/cm²
0.4fm=	<b>12.354</b>	kg/cm²
ε0.4fm=	0.0005959	mm/mm
Módulo elástico=	<b>20318.584</b>	kg/cm²

Tabla 5 Módulo elástico de pilas de mampostería con mortero tipo I

GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN DE LAS PILAS ENSAYADAS CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3



Gráfica 2 Esfuerzo – deformación promedio de pilas con mortero tipo I

Posteriormente se procedió a ensayar a compresión simple las pilas restantes elaboradas de igual manera con 6 piezas de tabique rojo recocido y mortero cemento, arena 1:4 (mortero tipo II), de las cuales se obtuvieron los siguientes datos:

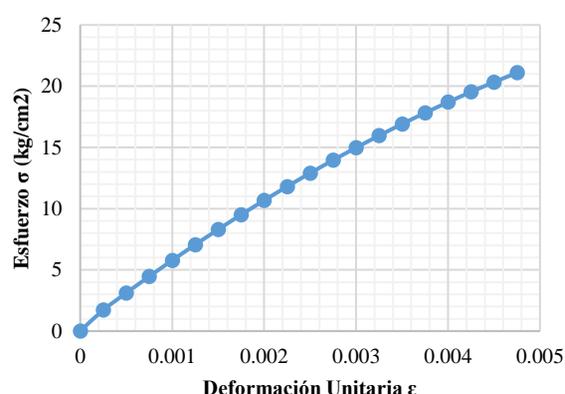
Pilas de mampostería asentadas con mortero tipo II ( $f^*p \geq 92 \text{ kg/cm}^2$ )

$\varepsilon$	$\sigma \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
0	0
0.00025	1.7210
0.0005	3.1103
0.00075	4.4628
0.001	5.7785
0.00125	7.0573
0.0015	8.2993
0.00175	9.5045
0.002	10.6730
0.00225	11.8045
0.0025	12.8993
0.00275	13.9573

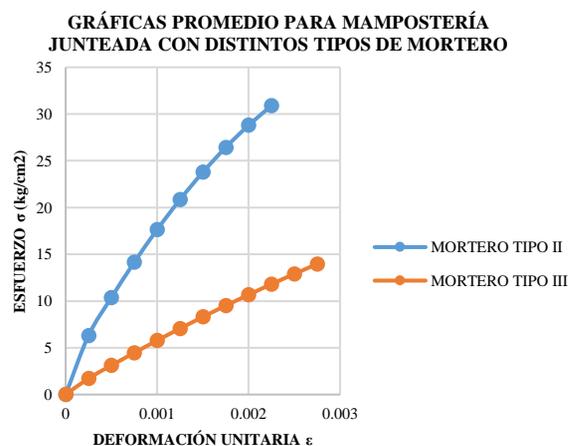
$f_m(0.00005)=$	0.344	$\text{kg/cm}^2$
$0.4f_m=$	<b>5.583</b>	$\text{kg/cm}^2$
$\varepsilon 0.4f_m=$	0.00096616	$\text{mm/mm}$
MÓDULO ELÁSTICO= $\varepsilon$	<b>5718.146</b>	$\text{kg/cm}^2$

**Tabla 6** Módulo elástico de pilas de mampostería con mortero tipo II

**Gráfica esfuerzo - deformación (Pilas-Mortero tipo II)**



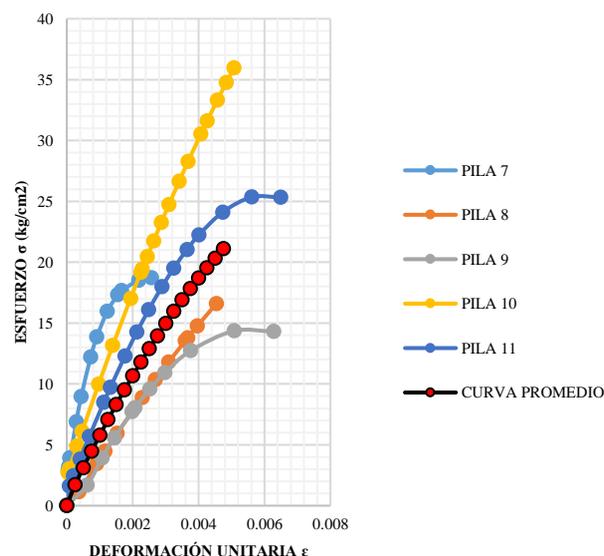
**Gráfica 3** Esfuerzo – deformación de pilas con mortero tipo II



**Gráfica 4** Esfuerzo – deformación promedio de pilas con mortero tipo II

Este fue el promedio que se obtuvo de los dos tipos de morteros, tipo I y II.

**GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN DE LAS PILAS ENSAYADAS CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4**



**Gráfica 5** Promedio para mampostería juntada con distintos tipos de mortero (mortero tipo I y II)

## Agradecimiento

Damos un especial agradecimiento al Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UAGro por todo el apoyo y las facilidades que nos proporcionaron para poder realizar este trabajo de investigación, el cual fue de suma importancia ya que sin la maquinaria y herramientas que se encuentran dentro del laboratorio antes mencionado no se habría concretado la investigación.

## Contribución

Este trabajo contribuye al campo de desarrollo y construcción de la vivienda en el Estado de Guerrero ya que los datos obtenidos nos permiten calcular de manera más precisa la resistencia de los muros de carga elaborados con materiales utilizados en el municipio de Tecpan de Galeana y con ello garantizar la seguridad de las estructuras destinadas a vivienda.

## Conclusiones

El comportamiento por compresión simple en pilas arrojó resistencias menores con respecto al reglamento correspondiente de las normas técnicas complementarias con mortero tipo I y II, y en cambio las piezas individuales sobrepasan la resistencia a compresión de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-404-2012-ONNCCE que establece  $60 \text{ kg/cm}^2$ , el resultado que nos arrojó fue de  $92.18 \text{ kg/cm}^2$ .

## Referencias

Caballero, J. (2016). Estudio comparativo de la resistencia a compresión y esfuerzo cortante en pilas y muretes de mampostería realizados en la Facultad de Ingeniería. Chilpancingo, México: Facultad de Ingeniería, UAGro.

Flores, M. (2012). Sinopsis de la calidad de piezas de arcilla recocida y de concreto para mampostería de la región de Chilpancingo, Guerrero. Chilpancingo: Facultad de Ingeniería, UAGro.

Moran, G. (2014). Caracterización del tabique rojo de arcilla producido en los municipios de Chilapa de Alvarez, Quechultenango, y Juan R. Escudero. Chilpancingo: Facultad de Ingeniería, UAGro.

## NORMAS MEXICANAS

N-CMT-2-01-001/02. (2002). Características de los materiales-Materiales para estructuras-Materiales para mamposterías-Ladrillos y bloques cerámicos.

NMX-C-036-ONNCCE. (2013). Industria de la construcción-Mampostería-Resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones y adoquines-Método de ensayo.

NMX-C-037-ONNCCE. (2013). Industria de la construcción-Mampostería-Determinación de la absorción total y la absorción inicial de agua en bloques, tabiques o ladrillos y tabicones-Método de ensayo.

NMX-C-038-ONNCCE. (2013). Industria de la construcción-Mampostería-Determinación de las dimensiones de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones-Método de ensayo.

NMX-C-404-ONNCCE. (1997). Industria de la construcción-Mampostería-Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural-Especificaciones y métodos de ensayo.

NMX-C-404-ONNCCE. (2012). Industria de la construcción-Mampostería-Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural-Especificaciones y métodos de ensayo.

NMX-C-464-ONNCCE. (2010). Industria de la Construcción-Mampostería-Determinación de la resistencia a compresión diagonal y módulo de cortante de muretes, así como determinación de la resistencia a compresión y módulo de elasticidad de pilas de mampostería de arcilla o de concreto-Métodos de ensayo.

## Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un $f'c=150\text{kg/cm}^2$ , $f'c=200\text{ kg/cm}^2$ , $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ . Con agregados pétreos del Municipio de Técpan de Galeana, Guerrero

### Determinación del módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ , $f'c = 200\text{ kg/cm}^2$ , $f'c = 250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 300\text{ kg/cm}^2$ . Con agregados petreos del Municipio de Técpan de Galeana, Guerrero

DELGADO-DE LA TORRE, Daniel†\*, MORALES-AYALA, Leonel Salvador, CASTILLO-MONTUFAR, Jose María y PERALTA-CATALAN, Fausto Sebastian

*Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria Sur, Chilpancingo, Gro.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Daniel, Delgado-De la Torre

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Leonel Salvador, Morales-Ayala

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Jose María, Castillo-Montufar

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Fausto Sebastian, Peralta-Catalan

Recibido 20 de Febrero, 2018; Aceptado 30 de Marzo, 2018

#### Resumen

En este trabajo se analiza parte del estudio experimental en el concreto. El uso del concreto es casi ilimitado en la actualidad, aun cuando existen infinidad de materiales utilizados en la construcción, el concreto sigue siendo el más utilizado en el mundo y en nuestro país no es la excepción. La presente investigación se realiza usando materiales pétreos extraídos del banco "Corinto" ubicado en el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero., y cemento tolteca, El cual es utilizado en la mayoría de las construcciones típicas de este lugar, con los cuales se realizaron los diseños de mezclas para determinar el módulo elástico por compresión simple, en base en la norma NMX-C-128-1997- ONNCCE. Ensayados a la edad de 14 días y utilizando especímenes de concreto hidráulico de 10 cm de diámetro x 20 cm de altura para un  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$  y analizar los resultados utilizando los criterios y especificaciones contempladas en las normas mexicanas vigentes.

**Agregados pétreos,  $F'c = 150\text{ kg/cm}^2$ ,  $F'c= 250\text{ Kg/cm}^2$ ,  $F'c= 200\text{ Kg/cm}^2$ ,  $F'c= 300\text{ Kg/cm}^2$ , Módulo Elástico**

#### Abstract

In this paper we analyze part of the experimental study in concrete. The use of concrete is almost unlimited today, even though there are infinidad of materials used in construction, concrete remains the most used in the world and in our country is no exception. The present investigation is carried out using stone materials extracted from the bank "Corinto" used and located in the municipality of Tecpande Galeana, Guerrero. And of Toltec cement, which is used in most of the atypical constructions of this place. With which the designs of mixtures were realized to determine the elastic modulus by simple compression, based on the norm NMX-C-128-1997- ONNCCE. Tested at the age of 14 days and using hydraulic concrete specimens of 10 cm in diameter x 20 cm in height for a  $f'c = 150\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 300\text{ kg/cm}^2$  and analyze the results using the criteria and specifications contemplated in the Mexican norms in force.

**Petreos aggregates,  $F'c = 150\text{ kg/cm}^2$ ,  $F'c = 250\text{ Kg/cm}^2$ ,  $F'c = 200\text{ Kg/cm}^2$ ,  $F'c = 300\text{ Kg/cm}^2$ , Elastic Modulus**

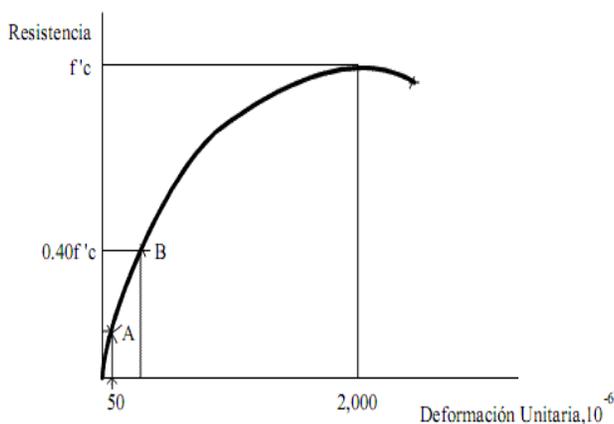
**Citación:** DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, MORALES-AYALA, Leonel Salvador, CASTILLO-MONTUFAR, Jose María y PERALTA-CATALAN, Fausto Sebastian. Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ . Con agregados pétreos del Municipio de Técpan de Galeana, Guerrero. Revista de Ingeniería Civil. 2018. 2-4: 8-15.

\*Correspondencia del Autor (deldaniel@hotmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

En la investigación que realizamos hablamos principalmente sobre el módulo elástico del concreto hidráulico y la importancia que tiene en las edificaciones, El Módulo de Elasticidad del concreto es considerado uno de los más importantes parámetros en el diseño y construcción de estructuras de concreto hidráulico, es la parte inicial de la curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto y aumenta con la resistencia de ella a compresión, se calcula a 0.40 de la  $f'c$  como la pendiente secante del diagrama esfuerzo y deformación unitaria..



**Gráfica 1** Esfuerzo-deformación.

El concreto no es un material eminentemente elástico, esto se puede observar fácilmente si se somete a un espécimen a esfuerzos de compresión crecientes hasta llevarlo a la falla, si para cada nivel de esfuerzo se registra la deformación unitaria del material, se podría dibujar la curva que relaciona estos parámetros.

La necesidad de contar con un concreto de buena calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos, ya que por lo regular los agregados ocupan del 60% al 75% del volumen absoluto del concreto. Sin embargo, unos de los problemas que más se encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es que no se realizan las pruebas correspondientes a los agregados pétreos lo que ocasiona que el concreto que se desea emplear no sea el adecuado.

Por dicho motivo en esta investigación realizamos todas las pruebas correspondientes a los agregados pétreos del banco “Corinto” ubicado en el municipio de Técpan de Galeana Guerrero, para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

## Objetivos

Obtener el módulo elástico del concreto hidráulico elaborado con cemento de la marca tolteca y agregados pétreos del banco “Corinto” que suministra al municipio de Técpan de Galeana, Guerrero. Al mismo tiempo definir las proporciones reales para diseños de mezclas de diferentes tipos de resistencias, esto con la finalidad de contribuir con un conocimiento básico al diseñador de concreto, estudiante, constructor y técnicos de la construcción, permitiendo tomar decisiones adecuadas para su elaboración.

## Propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos

Se determinaron las características físicas del banco de material “Corinto” en estudio para poder realizar la dosificación adecuada del concreto a las resistencias un  $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c = 200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 300\text{ kg/cm}^2$  obteniendo los resultados, se procedió a realizar las pruebas con forme a lo indicado en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) correspondientes:

PRUEBAS DE LABORATORIO	NORMA DE REFERENCIA
Muestreo	NMX-C-030-ONNCCE-2004
Reducción de muestras	NMX-C-170-1997-ONNCCE
Análisis granulométrico	NMX-C-077-1997-ONNCCE
Peso volumétrico suelto	NOM-C-073-1983
Peso volumétrico compactado	NOM-C-073-1983
Peso específico seco en agregado grueso	NMX-C-164-ONNCCE-2002
Peso específico seco en agregado fino	NMX-C-165-ONNCCE-2004
Peso específico saturado superficial seco en agregado grueso	NMX-C-164-ONNCCE-2002
Peso específico saturado superficial seco en agregado grueso	NMX-C-165-ONNCCE-2004
Absorción en agregado grueso	NMX-C-164-ONNCCE-2002
Absorción en agregado fino	NMX-C-165-ONNCCE-2004

**Tabla 1** Normas correspondientes a cada prueba de laboratorio

El banco en estudio corresponde a un depósito fluvial con características de rocas sedimentarias, arrastradas por la corriente de agua formando los depósitos no consolidados por la disminución de velocidades del cauce, se obtienen las rocas y el siguiente paso es transportar las de gran tamaño a la trituradora para ser procesada y así obtener la grava.

La granulometría y el tamaño máximo de los agregados son importantes debido a su efecto y comportamiento en la dosificación, trabajabilidad, porosidad, contracción del concreto, cumpliendo con el aspecto de seguridad, calidad y economía accesible para el consumidor, según el cuidado y el control en la clasificación de los agregados pétreos, así serán los resultados de resistencia, durabilidad que integrará un nuevo elemento compuesto de la obra, respetando y corroborando los rangos que estipulan las normas vigentes aplicables en el área de estudio.

Uno de los objetivos principales es identificar el módulo de finura en agregados finos, el cual no debe ser menos de 2.3 ni sobre pasar el 3.1 que es el margen adecuado para su utilización sin ninguna modificación previa, y determinar el tamaño máximo nominal para el insumo grueso.

El primer proceso se basa en la separación de los materiales en función a la porción de sus tamaños, el resultado es el siguiente:

Clasificación de tamaños en el banco		
Malla (pulg.)	Material retenido (kg)	Material retenido (%)
1"	4.26	3
N.4	136.52	96.3
pasa N.4	0.88	0.7

**Tabla 2** Clasificación de la grava

Para la determinación de las propiedades físicas en laboratorio se toma una porción de la muestra y se obtuvieron los siguientes resultados:

Propiedad	Arena	Grava
Humedad (%)	2.34	1.1
Absorción (%)	3.17	1.29
Densidad kg/cm <sup>3</sup>	2.46	2.68
P.V.S.S kg/m <sup>3</sup>	1632.25	1413.55
P.V.V.S kg/cm <sup>3</sup>	1729.61	1526.7
2.3 > M.F < 3.1	3	**
Impureza	Positivo	**

**Tabla 3** Propiedades de los agregados

Una vez obtenidos estos resultados siendo lo que influye considerablemente en la consistencia del concreto hay que tomar en cuenta que para la resistencia está en función de la relación agua – cemento. Uno de los factores importantes para lograr la resistencia mecánica del concreto son las propiedades físicas externas de la grava.

En este caso particular se eligió un producto de tipo CPC (Cemento Portland Compuesto), con una resistencia mecánica a la compresión de 14 días (30 R), marca tolteca, siendo este el más comercial para la construcción de obras en el municipio de Técpan de Galeana.

### Diseño de concreto hidráulico

El concreto hidráulico es una masa plástica compuesto principalmente por tres materias primas con tratamiento simple (arena, grava y agua), y un componente industrializado (cemento), se pueden incluir otros más según sea la necesidad de la aplicación, el concreto en estado fresco es un material moldeable adoptando la forma del recipiente que lo contiene, optando esa forma durante el fraguado a una determinada edad para alcanzar su resistencia. El método utilizado para la dosificación, es por volúmenes absolutos, para determinar la variabilidad en su comportamiento mecánico y poder elegir el mejor resultado. El procedimiento y el cálculo para la dosificación se realizaron los siguientes pasos:

- A. En consideración a que los usuarios no manejan el control de las resistencias requeridas en diferentes elementos estructurales, se elige un revenimiento de  $10 \pm 2$  cm.
- B. El tamaño máximo del agregado que es de  $\frac{3}{4}$  (19 mm) siendo el tamaño más identificado para los albañiles y se propia a los armados de la mayoría de las edificaciones convencionales de la región.
- C. El concreto que se realizó es sin aire incluido, por lo tanto el valor estimado de agua es de  $205 \text{ kg/cm}^2$  y un 2% de aire.
- D. El valor de la relación agua – cemento depende de la resistencia que se quiere conseguir a los 28 días [obteniéndose de la tabla N.16, tecnologías del concreto, M.C. Alfredo Cuevas Sandoval].
- E. Determinaciones agregado grueso en función al producto de P.V.V.S. con el valor del volumen unitario del concreto, varía en función del M.F. determinado del banco. [Tabla N.17, tecnologías del concreto, M.C. Alfredo Cuevas Sandoval obteniendo las siguientes proporciones para cada diseño:

	consumo por bulto de cemento de 50 Kg			
	(proporcion volumetrica)			
	resistencia a la compresion (Kg/cm2)			
	f'c= 150 pisos firmes banquetas	f'c = 200 daldas castillos cadenas	f'c = 250 zapatas losas trabes	f'c = 300 columnas y losas especiales
Cemento (saco)	1	1	1	1
Arena (bote)	6 1/2	5 1/2	4 1/2	4
Grava (bote)	7 1/2	6 1/2	6	5
Agua (bote)	2 1/2	2	2	1 1/2

**Tabla 4** Proporciones de los materiales para diferentes  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$

### Elaboración del concreto

Para la elaboración del concreto se siguieron las indicaciones apropiadas indicadas en referencia a la norma Mexicana NMX-C-160ONNCCE-2004 (elaboración y curado de especímenes de concreto) y la NMX-C-403-ONNCCE-1999 (concreto hidráulico para uso estructural).

La reacción química se origina al momento en que se añade el agua a los elementos solidos, principalmente el cementante, mediante un control adecuado formando un apasta que envuelve los agregados gruesos y finos, obteniendo un concreto homogéneo, en el proceso se manifiesta inicialmente el desprendimiento del calor, el cual va mermando en función a la gradual rigidez hasta alcanzar la resistencia deseada, cabe señalar que el concreto tiene un ciclo de vida útil, por tanto es proporcional al mantenimiento adecuado que se le brinde.

La resistencia del concreto convencional depende principalmente a la resistencia de la pasta e importancia de la resistencia y textura de los agregados pétreos que lo integran. El diseño de una mezcla de concreto hidráulico se realiza en función a una determinada resistencia mecánica necesaria y a una edad específica, para este estudio la madurez fue temprana, a 14 días, considerando que en este lapso el concreto normalmente adquiere del 75 al 85 % de su resistencia potencial, siendo referencia a las obras de la región de Técpan.

El diseño determinado fue sometido a pruebas en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería incorporado a la Universidad Autónoma de Guerrero.

En referencia a las normas, se realizaron los procedimientos y cuidados necesarios, se realizaron 18 especímenes por cada diseño de mezcla ( $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$ ) siendo en total 72 especímenes de 10X 20 cm.



**Figura 1** Materiales al momento de realizar la mezcla

Uno de los factores primordiales fue el control de la consistencia por medio del revenimiento, para obtener una buena consolidación y distribución de las partículas, se sometió a un varillado en tres capas equitativas con la varilla punta de bala dando 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie, de igual manera con un mazo de goma se dan 12 golpes distribuidos por cada capa para reacomodo del material, para evitar la pérdida de humedad por evaporación, se protegió con plástico hermético por 24 horas, concluido ese tiempo se procedió a realizar el descimbrado, se observaron superficies uniformes sin cavidades o segregación, la reducción de la altura por efecto a la contracción.



**Figura 2** Cilindros de concreto listos para que se realicen las pruebas correspondientes

### Metodología a desarrollar

En la presente investigación se empleó la metodología siguiente:

Se determinó la elección del banco de materiales con mayor suministro al municipio de Técpan de Galeana, se trasladaron estos agregados al laboratorio de la Facultad de Ingeniería (UAGro.) en el cual se llevaron a cabo las pruebas físicas y mecánicas de los agregados pétreos de acuerdo a las normas NMX-C-111-ONNCE-2014. Se realizó el diseño de mezclas de concreto hidráulico para un  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ . El método que se utilizó para el diseño de mezclas es uno de los más utilizados a nivel internacional y es el método de volúmenes absolutos, del comité ACI-211-02.

El concreto que se utilizó es para condiciones controladas de laboratorio, y fueron ensayados a compresión simple para la obtención del módulo elástico a través del esfuerzo y deformación por medio de micrómetros que miden la deformación con precisión de 0.0001 mm. Se elaboraron 18 especímenes de concreto 10 x 20 cm de cada una de las resistencias planteadas para esta investigación tomando como referencia la norma NMX-C-403-ONNCE de 1999, a la compresión a los 14 días (edades tempranas) de  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ .



**Figura 3** Preparación del cilindro de concreto con anillos y micrómetros para medir la deformación

### Preparación y acondicionamiento de las muestras



**Figura 4** Aplicación de carga axial y lectura de deformación

Medición de especímenes. El diámetro y la altura se determinan con el promedio de dos lecturas registrándose con una exactitud de 1 mm, como lo indica la NMX-C-083 para especímenes normales (Estándar) [NMX-C-128-1997-ONNCCE) CITADO PAG.71 DE LA NORMA: Concreto sometido a presión determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson NMX-C-128-1997-ONNCCE]

Resistencias F'C Kg/Cm2	Carga axial máxima (Kg)	Carga axial reducida (Kg)
F'C = 150 Kg/Cm2	11 000	10 000
F'C = 200 Kg/Cm2	14 000	12 000
F'C = 250 Kg/Cm2	17 000	16 000
F'C = 300 Kg/Cm2	21 000	20 000

**Tabla 5** Resistencias máximas alcanzadas a los 14 días

Los especímenes deben elaborarse y curarse de acuerdo a los procedimientos descritos en la NMX-C-159 o en la NMX-C-160. La edad de prueba podrá ser de 14 o 28 días dependiendo del tipo de concreto o la edad en que se requiera conocer el módulo de elasticidad. [NMX-C-128-1997-ONNCCE) PAG.71 DE LA NORMA Concreto sometido a presión Determinación del Módulo de elasticidad estática y relación de Poisson NMX-C-128-1997-ONNCCE]. Número de especímenes cilíndricos moldeados. Para obtener el módulo de elasticidad del concreto, dispusimos de 18 especímenes por cada resistencia de  $f'_c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'_c=200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_c=250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'_c=300\text{ kg/cm}^2$ , 3 de ellos se ensayaron a compresión simple, de acuerdo a lo indicado en la NMX-C-083 con el objeto de conocer el esfuerzo máximo del concreto en condiciones normales (Estándar) de ensaye a los 14 días de edad; en 15 restantes se determinó el módulo de elasticidad.

## Resultados

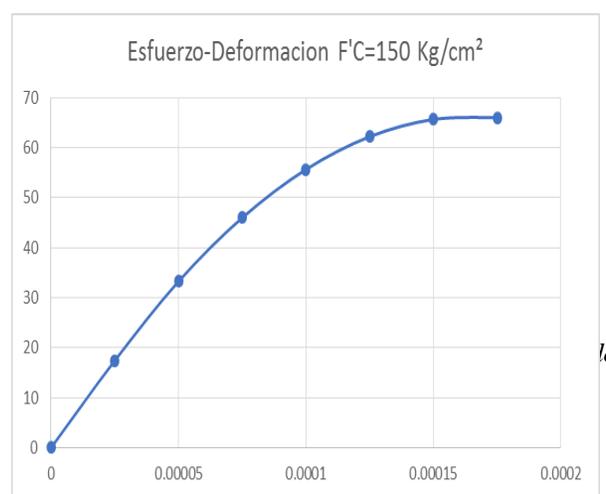
Se realizó el ensaye a compresión simple de 3 especímenes de concreto de cada una de las resistencias diseñadas (C-1, C-2, C-3) con el objetivo de obtener un promedio de la carga máxima resistida de acuerdo a la norma antes citada, para tomar en consideración no llegar a la falla para no dañar los anillos y micrómetros utilizados, reduciendo a un 10% la carga en consideración al F'C diseñado.

## Módulo elástico

Para la determinación del módulo elástico fue mediante las probetas de concreto, los cuales se instrumentaron con dos micrómetros para determinar la deformación longitudinal, se evaluó mediante la pendiente de la secante en la gráfica esfuerzo-deformación, considerando el 40 % del esfuerzo al cual fueron sometidos correspondientemente, obteniendo de cada espécimen su curva del módulo elástico para así poder hacer un promedio de cada una de las resistencias.

ESFUERZO- DEFORMACIÓN $f'_c=150$ kg/cm <sup>2</sup> (CURVA PROMEDIO)	
$\epsilon$	$\sigma$
0	0
0.000025	17.447875
0.00005	33.2685
0.000075	45.997875
0.0001	55.636
0.000125	62.182875
0.00015	65.6385
0.000175	66.002875
0.0002	63.276
$f'_c(0.00005)=$	<b>33.269</b> kg/cm <sup>2</sup>
$0.4f'_c=$	<b>26.401</b> kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_{0.4f'_c}=$	3.96789E-05 mm/mm
<b>MÓDULO ELÁSTICO=</b>	<b>665370.000</b> kg/cm <sup>2</sup>

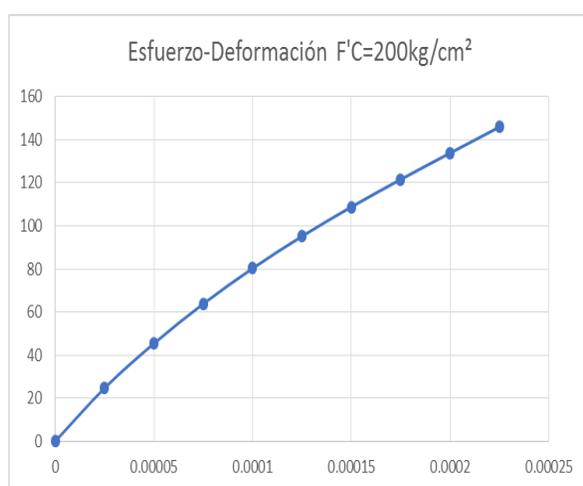
**Tabla 6** Obtención del módulo elástico ( $F'C=150\text{kg/cm}^2$ )



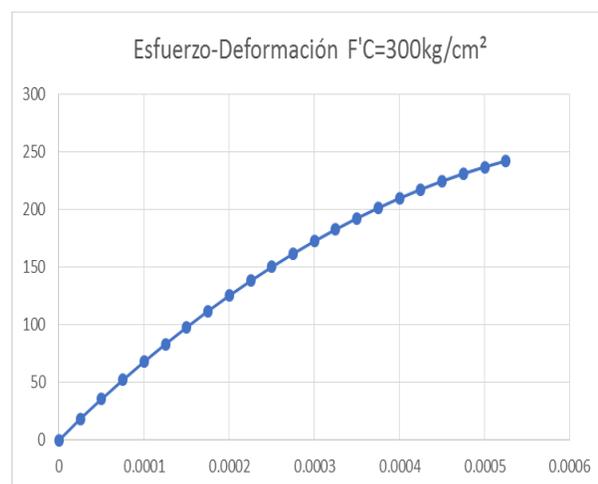
**Grafica 2** Esfuerzo- deformación ( $F'C=150\text{kg/cm}^2$ )

**Grafica 2:** Esfuerzo- deformación ( $F'C=150\text{kg/cm}^2$ )

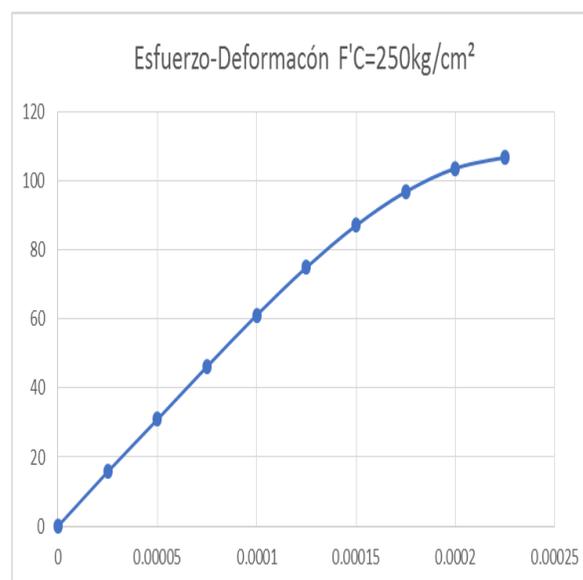
ESFUERZO-DEFORMACIÓN $f'_c=200$ kg/cm <sup>2</sup> (CURVA PROMEDIO)	
$\epsilon$	$\sigma$
0	0
0.000025	24.74685938
0.00005	45.456875
0.000075	63.86870313
0.0001	80.337
0.000125	95.21642188
0.00015	108.861625
0.000175	121.6272656
0.0002	133.868
0.000225	145.9384844
$f'_c(0.00005)=$	<b>45.457</b> kg/cm <sup>2</sup>
$0.4f'_c=$	<b>58.375</b> kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_{0.4f'_c}=$	6.85493E-05 mm/mm
<b>MÓDULO ELÁSTICO=</b>	<b>696442.598</b> kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 7 Obtención del módulo elástico ( $F'C=200$ kg/cm<sup>2</sup>)Gráfica 3: Esfuerzo-deformación ( $F'C=200$ kg/cm<sup>2</sup>)

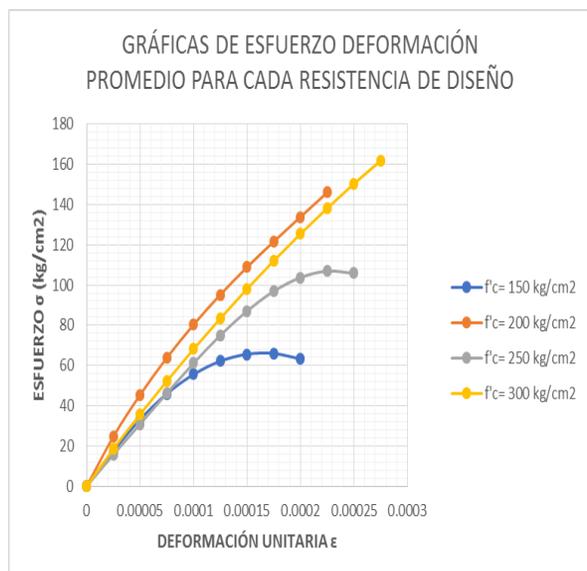
ESFUERZO-DEFORMACIÓN $f'_c=250$ kg/cm <sup>2</sup> (CURVA PROMEDIO)	
$\epsilon$	$\sigma$
0	0
0.000025	15.76607813
0.00005	30.921125
0.000075	46.27035938
0.0001	61.179
0.000125	75.01226563
0.00015	87.135375
0.000175	96.91354688
0.0002	103.712
0.000225	106.8959531
0.00025	105.830625
$f'_c(0.00005)=$	<b>30.921</b> kg/cm <sup>2</sup>
$0.4f'_c=$	<b>42.758</b> kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_{0.4f'_c}=$	6.93074E-05 mm/mm
<b>MÓDULO ELÁSTICO=</b>	<b>613094.069</b> kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 8 Obtención del módulo elástico ( $F'C=250$ kg/cm<sup>2</sup>)Gráfica 4 Esfuerzo-deformación ( $F'C=250$ kg/cm<sup>2</sup>)

ESFUERZO-DEFORMACIÓN $f'_c=300$ kg/cm <sup>2</sup> (CURVA PROMEDIO)	
$\epsilon$	$\sigma$
0	0
0.000025	18.6238
0.00005	35.7633
0.000075	52.2758
0.0001	68.1613
0.000125	83.4198
0.00015	98.0513
0.000175	112.0558
0.0002	125.4333
0.000225	138.1838
0.00025	150.3073
0.000275	161.8038
$f'_c(0.00005)=$	<b>35.763</b> kg/cm <sup>2</sup>
$0.4f'_c=$	<b>64.722</b> kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_{0.4f'_c}=$	9.49535E-05 mm/mm
<b>MÓDULO ELÁSTICO=</b>	<b>644182.075</b> kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 9 Obtención del módulo elástico ( $F'C=300$ kg/cm<sup>2</sup>)Gráfica 5 Esfuerzo-deformación ( $F'C=300$ kg/cm<sup>2</sup>)

En las gráficas esfuerzo-deformación promedio se aprecia la tendencia a la deformación y al comportamiento de cada una de las probetas ensayadas al momento que se les aplica carga axial.



**Grafica 5** Esfuerzo-deformación promedio para cada resistencia de diseño

## Conclusiones

Los valores estimados del módulo elástico del concreto a edades tempranas (14 días) dependerá de los materiales empleados, que en esta investigación corresponde a Técpan de Galeana, ubicado en la región de la Costa Grande del estado de Guerrero, los cuales provienen del “rio Técpan” el cual suministra a todas las casas de materiales del lugar.

Los análisis granulométricos de los agregados nos ayudaron a obtener proporciones reales de campo y los resultados estadísticos del módulo elástico del concreto para diferentes  $f'c$  de diseño, los cuales sobrepasan la Elasticidad del Concreto (EC) que marcan las Normas Técnicas Complementarias (NTC) dichos resultados deben tomarse con reserva por que son del orden:  $680,906.299 \text{ kg/cm}^2$  ( $f'c=150\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=200\text{kg/cm}^2$ ) y del otro orden:

$628,638.072 \text{ kg/cm}^2$  ( $f'c=250\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=300\text{kg/cm}^2$ ), a resistencia menor el módulo elástico fue mayor en comparación con  $f'c \geq 250 \text{ kg/cm}^2$ .

## Referencias

Comparativo Mecánico de bancos pétreos para el municipio de Malinaltepec. Autor: Domingo Palacios Jerónimo.

Concreto sometido a presión Determinación del Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson NMX-C-128-1997-ONNCCE.

Determinación del Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson NMX-C-128-1997- ONNCCE

Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante tctm autor: ing. rodrigo quimbay herrera, msc.

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto pág.23 (en conclusión).

Tecnología del concreto, agregados pétreos. Autor: M en C. Alfredo Cuevas Sandoval.

Variación de la resistencia a compresión y módulo de elasticidad del concreto ante diferentes condiciones de cabeceo de probetas. Autor: Hector Alonso Rojas.

## Construcción de vigas de concreto reforzado y propuesta de dispositivo de ensaye a flexión para obtener gráficas carga-deflexión

### Construction of reinforced concrete beams and proposed flexure testing device to obtain load-deflection graphs

BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziél\*†, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, MORENO-BARRIOS, Alondra Johana y DELGADO-DE LA TORRE, Daniel

*Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ingeniería, CU-Sur, Av. Lázaro Cárdenas S/N, C.P. 39070, Chilpancingo, Guerrero, México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Raziél, Barragán-Trinidad

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Alfredo, Cuevas-Sandoval

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Alondra Johana, Moreno-Barríos

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Daniel, Delgado-De La Torre

Recibido 20 de Abril, 2018; Aceptado 30 de Junio, 2018

#### Resumen

Se realiza una investigación exhaustiva documental de estudios experimentales y normas mexicanas del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE) que propongan una metodología para determinar gráficas de comportamiento carga-deflexión de vigas de concreto reforzado sometidas a flexión. La revisión documental recalca que tanto en el país como en el extranjero se han desarrollado un número importante de ensaye a flexión de vigas de concreto reforzado; sin embargo para los fines de cada investigación las características geométricas, de armado y ensaye son diferentes. Ante la ausencia de protocolos de norma para el ensaye de interés, se propone la metodología que consiste en: a) muestreo y determinación de las propiedades físicas de agregados pétreos, b) diseño de la mezcla de concreto, c) diseño estructural de la viga de concreto reforzado, d) construcción de vigas, pruebas al concreto en estado fresco y obtención de probetas para control de calidad, e) propuesta de carga e instrumentación. La propuesta tiene la versatilidad de poder aplicarse no sólo en una máquina univesal de ensayos si no en cualquier espacio físico que provea de un marco de carga.

**Ensaye a flexión, Viga de concreto reforzado, Diseño de mezcla de concreto**

#### Abstract

An exhaustive documentary research of experimental studies and Mexican standards of the National Organization of Normalization and Certification of Construction and Building (ONNCCE) is carried out that propose a methodology to determine load-deflection behavior graphs of reinforced concrete beams subjected to bending. The documentary review emphasizes that a significant number of bending tests of reinforced concrete beams have been developed both in the country and abroad; However, for the purposes of each investigation, the geometric, assembly and testing characteristics are different. In the absence of standard protocols for the assay of interest, the methodology is proposed consisting of: a) sampling and determination of the physical properties of stone aggregates, b) design of the concrete mixture, c) structural design of the beam of reinforced concrete, d) construction of beams, testing of fresh concrete and obtaining test pieces for quality control, e) load and instrumentation proposal. The proposal has the versatility to be applied not only in a univesal testing machine but in any physical space that provides a loading frame.

**Bending test, Reinforced concrete beam, Concrete mix design**

**Citación:** BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziél, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, MORENO-BARRIOS, Alondra Johana y DELGADO-DE LA TORRE, Daniel. Construcción de vigas de concreto reforzado y propuesta de dispositivo de ensaye a flexión para obtener gráficas carga-deflexión. Revista de Ingeniería Civil. 2018. 2-4:16-21.

\*Correspondencia del Autor (razielbt@gmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la actualidad se tiene la idea que los elementos estructurales son importantes únicamente para construcciones de gran magnitud como edificios de varios niveles, centros comerciales, aeropuertos, entre otros. Sin embargo son significativos para cualquier tipo de obra civil. Por ejemplo, para una casa habitación, donde el sistema estructural es a base de muros de mampostería confinada, se emplean elementos de concreto reforzado como castillos y dalas.

Dependiendo del sistema estructural de una construcción, los elementos que la integran se ven sometidos a diferentes tipos de acciones, de lo cual depende su comportamiento. De esta manera se tienen columnas que son sometidas a flexocompresión biaxial; muros a carga vertical, carga lateral, flexión dentro y fuera del plano. Los elementos a flexión son muy frecuentes, tales como vigas, donde la fuerza cortante acompaña al momento flexionante.

En el diseño de estructuras de concreto reforzado, los elementos a flexión (vigas) tienen una importancia primordial debido que reciben directamente las cargas que obran sobre los sistemas de entrepiso y las transmiten a las columnas (elementos sujetos a flexocompresión biaxial); además, las vigas son miembros estructurales donde deben inducirse fallas de tipo dúctil en construcciones que por su naturaleza deban resistir principalmente efectos accidentales, como los sismos.

A nivel material existen pruebas estandarizadas para determinar las propiedades físicomecánicas del concreto simple. Entre ellas se ensayan vigas de 15 x 15 x 45 cm para evaluar la resistencia a flexión del concreto simple de acuerdo con la NMX-C-191-ONNCEE-2008.

Para el caso de vigas de concreto reforzado sometidas a flexión no hay norma mexicana que dicte las especificaciones para el ensaye; sin embargo existen criterios para el dimensionamiento y tipo de carga, como lo consideran las prácticas de elementos de concreto reforzado en el Plan de Estudios de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Autónoma de México (Constantini, 2016).

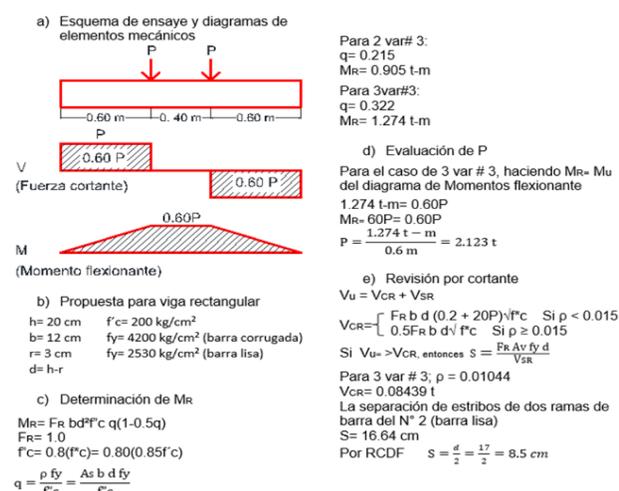
En la metodología del presente artículo se expone el diseño de una viga de sección rectangular de concreto reforzado donde se determina la carga que produce una falla dúctil. Una vez defina la geometría y detallado del acero tanto longitudinal y transversal, se describen: Diseño de la mezcla de concreto, proceso constructivo de vigas, pruebas al concreto en estado fresco y muestreo para la calidad del concreto endurecido. Como resultados se obtienen entre otros los pesos volumétricos del concreto simple en estados fresco y endurecido, resistencia a compresión del concreto suministrado en las vigas y propuesta de carga e instrumentación para el ensaye de las vigas a flexión.

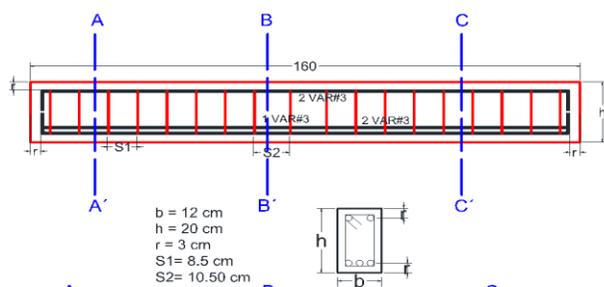
## Objetivo

Proponer mecanismo de carga e instrumentación para el ensaye a flexión de vigas de concreto reforzado predispuetas para un comportamiento dúctil.

## Metodología a desarrollar

Para determinar la resistencia a flexión de vigas de concreto reforzado se propuso ensayar cinco vigas de 12 x 20 x 160 cm. De acuerdo a los protocolos de prueba para ensayos de vigas de concreto simple a flexión, se propone se sometan a dos cargas concentradas, en función de ello y de la geometría, se determinó el detallado del refuerzo longitudinal y transversal de acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (2017) garantizando un comportamiento dúctil. La propuesta de armado consiste en dos barras del número 3 en ambos lechos, más una barra adicional en el lecho a tensión, estribos de barra número 2 espaciados a cada 8.5 cm. Se obtuvo una capacidad de carga  $P=2,123$  kg (Figura 1).





**Figura 1** Determinación de la geometría y detallado del acero de refuerzo para vigas

Para la construcción de los especímenes se emplearon los materiales:

- Cemento hidráulico, marca CEMEX CPC 30R adquirido en casa comercial local un día antes de su empleo en la elaboración del concreto.
- Agregados pétreos (arena y grava) obtenidos de la trituradora Xocomulco, Municipio de Chilpancingo de los Bravo, Gro. En la Tabla 1 se resumen las propiedades físicas determinadas en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero FI-UAGro, conforme a las normas mexicanas de la industria de la construcción, NMX-C- (073-ONNCCE-2004, 165-ONNCCE-2004, 077-1997-ONNCCE, 084-ONNCCE-2006, 088-1997-ONNCCE). Los resultados son el promedio de tres determinaciones para cada prueba.
- Acero de refuerzo en forma de varilla corrugada número 3 (esfuerzo de fluencia de  $4200 \text{ kg/cm}^2$ ) y en forma de barra lisa número 2 (esfuerzo de fluencia de  $2300 \text{ kg/cm}^2$ ).

Prueba	Arena	Grava
PVSS [ $\text{kg/m}^3$ ]	1485.86	1495.03
PVVS [ $\text{kg/m}^3$ ]	1587.99	1595.84
DA [ $\text{gr/cm}^3$ ]	2.49	2.66
Absorción [%]	2.11	1.42
Módulo de finura	2.58	-
TMNA [mm]	-	19
Humedad [%]	8.13	1.73
Sobretamaño [%]	4.86	1.08
Infratamaño [%]	-	3.37
Impurezas orgánicas	Negativo	-
PVSS, Peso volumétrico suelto seco PVVS, Peso volumétrico varillado seco DA, Densidad aparente TMNA, Tamaño máximo nominal de la grava		

**Tabla 1** Resumen de las propiedades físicas de los agregados pétreos

ISSN: 2523-2428

ECORFAN® Todos los derechos reservados

El agregado fino lo surten a la trituradora Xocomulco del banco “El Quemado”, localizado en el KM 117+000 de la carretera federal Chilpancingo-Acapulco, mientras el agregado grueso se obtiene en la misma planta trituradora. Para el caso del cemento y acero no se realizaron pruebas por la razón que son productos industrializados.

La mezcla de concreto se diseñó por el método de Volúmenes Absolutos, con los siguientes datos de proyecto: Revenimiento  $16 \pm 2 \text{ cm}$ , resistencia a compresión del concreto  $200 \text{ kg/cm}^2$ , TMNA 19 mm, condición ambiental normal, Cemento Pórtland Compuesto (CPC 30R EXTRA).

Para el colado de la serie de cinco vigas se elaboró  $0.54 \text{ m}^3$  de concreto, material suficiente para las cinco vigas, ocho cilindros de  $15 \times 30 \text{ cm}$  (para diámetro y altura, respectivamente) y 5% de desperdicio. Una vez que los agregados pétreos fueron analizado y efectuado el diseño de mezcla, se adquirieron cemento, varillas de  $3/8''$ , alambre recocido, alambón, clavos de  $2''$  y madera para cimbra. La elaboración de la mezcla fue manual sobre una superficie impermeable para evitar la filtración de agua. El proceso constructivo de las vigas, pruebas al concreto en estado fresco y obtención de probetas para control de calidad consistió en:

- Habilitación y colocación del acero mediante barras corrugadas y lisas a las medidas requeridas para el refuerzo longitudinal y transversal de vigas (Figura 2).



**Figura 2** Acero de refuerzo en vigas

- Cimbrado de vigas mediante tarima base y separaciones de madera; engrasado de moldes con aceite quemado para facilitar el descimbrado de las vigas (Figura 3).



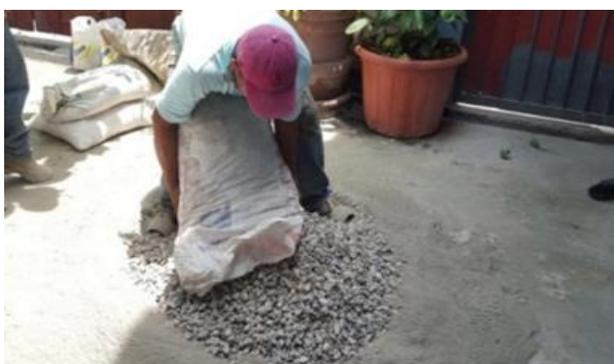
**Figura 3** Cimbra de vigas

- c. Preparación de material para muestreo: limpieza, ajuste, engrasado, dimensionamiento y pesado de moldes cilíndricos y cono de revenimiento (Figura 4).



**Figura 4** Preparación del material de muestreo

- d. Pesado de agregados pétreos, agua y cemento de acuerdo a las cantidades obtenidas en el diseño de mezcla; mezclado de materiales en un espacio limpio e impermeable (Figura 5).



**Figura 5** Preparación de la mezcla

- e. Pruebas al concreto en estado fresco: Temperatura (NMX-C-435-ONNCCE-2010), revenimiento (NMX-C-156-ONNCCE-2010) y peso volumétrico (NMX-C-162-ONNCCE-2010); llenado de moldes cilíndricos para el control de calidad del concreto en estado endurecido (Figura 6).



Temperatura



Revenimiento



Peso volumétrico

**Figura 6** Pruebas al concreto en estado fresco

- f. Vaciado de concreto en moldes de vigas, aplicando varillado para evitar huecos.
- g. Descimbrado un día después del colado de los especímenes (Figura 7).



**Figura 7** Descimbrado de vigas

Una vez realizadas las pruebas al concreto en estado fresco, se procedió a la obtención de ocho especímenes cilíndricos de 15 x 30 cm en base a la norma NMX-C-159-ONNCCE-2004. El total de especímenes (cilindros y vigas) se descimbraron al siguiente día del colado, tres días después se colocaron en un espacio cubierto y medianamente ventilado donde permanecieron hasta la fecha de ensaye. Ninguna probeta se sometió a proceso de curado, ya que la finalidad es verificar la resistencia del concreto suministrado a las vigas, las cuales no fueron sometidas a dicho proceso.

Las muestras de concreto simple se ensayaron a compresión axial en las instalaciones del Laboratorio de Materiales de la FI-UAGro a 148 días posterior al colado, para lo cual se emplearon membranas de neopreno y cabezales de acero para la distribución uniforme de la carga aplicada. Para la prueba se empleó una prensa para ensaye a compresión de acción manual, marca ELE INTERNATIONAL, modelo 36-0657, de 1100 KN de capacidad; para ello, las probetas -previo al ensaye- se dimensionaron y pesaron con la finalidad de determinar el peso volumétrico del concreto en estado seco. La Figura 8 ejemplifica el ensaye a compresión axial de cilindros de concreto (NMX-C-083-ONNCCE-2002).



**Figura 8** Ensayo a compresión axial de cilindros de concreto simple

## Resultados

La prueba de temperatura consistió en lectura directa del termómetro (Figura 6a) resultando 29°C. Para el revenimiento se empleó el cono de Abrams registrando 16 cm (Figura 6b).

Para el peso volumétrico se emplearon ocho moldes cilíndricos de 15 x 30 cm, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2, con un valor promedio de 2234.72 kg/m<sup>3</sup>.

Cilindro	Peso volumétrico [kg/m <sup>3</sup> ]
CC1	2184.77
CC2	2160.93
CC3	2160.36
CC4	2332.63
CC5	2275.32
CC6	2236.04
CC7	2270.60
CC8	2257.09

**Tabla 2** Resultados del peso volumétrico del concreto fresco

Los resultados de la resistencia a compresión del concreto endurecido se señalan en la Tabla 3. Los valores promedio de carga máxima y peso volumétrico resultaron 39,952 kg y 2,181.32 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Para el caso de la resistencia a compresión los valores mínimo, promedio y máximo fueron 189.10, 226.29 y 241.50 kg/cm<sup>2</sup>.

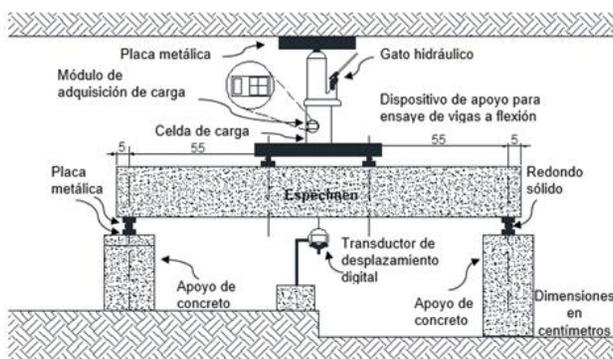
Cilindro	Pmax [kg]	PV [kg/m <sup>3</sup> ]	f'c [kg/cm <sup>2</sup> ]
CC1	42,676	2,171.82	241.17
CC2	42,676	2,185.98	241.50
CC3	39,952	2,170.01	227.44
CC4	41,314	2,178.90	235.20
CC5	41,768	2,170.73	237.78
CC6	39,044	2,169.96	220.21
CC7	33,596	2,197.51	189.10
CC8	38,590	2,205.65	217.94
Pmax, carga máxima registrada en el ensaye			
PV, Peso volumétrico			
f'c, resistencia a compresión axial			

**Tabla 3** Resultados del ensaye a compresión axial de cilindros de concreto simple

En la figura 9 como producto del presente trabajo de investigación se propone a detalle el mecanismo de carga e instrumentación para ensaye a flexión de vigas de concreto reforzado:

1. Pistón hidráulico al menos de 1.5 veces la capacidad teórica obtenida con un factor de reducción de resistencia unitario (en el presente caso se propone un gato hidráulico de acción manual de 8 toneladas de capacidad).

2. Celda de carga digital que permita monitorear la carga aplicada con una frecuencia de muestreo de dos lecturas por segundo, de capacidad al menos la del pistón hidráulico a emplazarse y con aproximación a 1 kg (para el caso de estudio se cuenta con una celda de carga marca Metronics, de 60 toneladas de capacidad y aproximación de 1 kg).
3. Dispositivo de apoyo y aplicación de carga para el ensayo de vigas de concreto simple.
4. Apoyos de concreto o acero para lograr la altura necesaria, la cual se necesita para la colocación de transductor de desplazamiento.
5. Placas metálicas para distribución de carga, sirven para que las presiones en el concreto de los apoyos se distribuyan en un área de contacto de modo que garantice no fallen localmente por aplastamiento.
6. Redondos sólidos para garantizar la verticalidad de cargas.
7. Transductor de desplazamiento digital, aproximación 0.01 mm.
8. Módulo de adquisición de datos que permita guardar la información en un equipo de cómputo o dispositivo interno y/o externo, se requiere de al menos dos canales de capacidad para el resguardo automático de ambas lecturas: carga y deflexión.



**Figura 9** Esquema de ensayo e instrumentación de vigas a flexión

## Agradecimiento

Los autores agradecen las facilidades prestadas para el desarrollo y planteamiento de la presente propuesta a los laboratorios de Materiales y de Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Así como al apoyo técnico de los Ingenieros Constructores Alexander Vázquez Palacios y Javier Sánchez García.

## Conclusiones

Los resultados de revenimiento (concreto fresco) y resistencia a compresión (concreto endurecido) confirman que el diseño de la mezcla de efectuó de manera adecuada en función de las propiedades físicas de los agregados. Para el revenimiento se logró exactamente el valor proyectado (16 cm); la resistencia promedio a compresión resultó 13% mayor al especificado ( $226.29 \text{ kg/cm}^2$  contra  $200 \text{ kg/cm}^2$ ), por la razón principal que los ensayos se efectuaron a los 148 días posteriores al muestreo.

El valor promedio del peso volumétrico del concreto en estado fresco es mayor en comparación con el correspondiente al concreto endurecido ( $2,234.72 \text{ kg/m}^3$  contra  $2,181.32 \text{ kg/m}^3$ ), valor que verifica que el programa experimental se desarrolló adecuadamente.

El dispositivo de carga e instrumentación propuesto puede aplicarse con algunas adecuaciones para una máquina universal de ensayo automática o semiautomática tanto que su ubicación esté fija o semi fija en un laboratorio. De igual forma la propuesta ejemplifica que el ensayo puede realizarse en cualquier área que provea un “marco de carga” y que tenga espacio para la maniobra y operación durante el ensayo.

## Referencias

Constantini, H, Álvarez, L y Gómez, M. (2016). Manual de prácticas de laboratorio de resistencia de materiales II. *Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM.*

Reglamento de construcciones para el Distrito Federal. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. 15 de diciembre de 2017.

## Revisión de daños originados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en el conjunto habitacional San Francisco Cuadras

### Review of damages caused by the earthquake of September 19, 2017 in the San Francisco Cuadras housing complex

LÓPEZ, Roberto\*†, CORTÉS, Ángel y LIBORIO, Yessenia

*Universidad Autónoma de Guerrero, C. U., Chilpancingo de Juárez, Gro. C.P. 39090*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Roberto, López*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Ángel, Cortés*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Yessenia, Liborio*

Recibido 20 de Abril, 2018; Aceptado 30 de Junio, 2018

#### Resumen

El sismo intraplaca del 19 de septiembre del 2017 de magnitud 7.1, originado entre los límites de los estados de Puebla y Morelos, a 12 km de azochiapan, Morelos (Servicio Sismológico Nacional, UNAM, 2017) causó fuertes daños en 5 edificios de la Unidad Habitacional San Francisco Cuadras de la Colonia Infonavit de Taxco de Alarcón, Guerrero, ubicado aproximadamente a 130 km del epicentro. Esta Unidad Habitacional fue construida en 1987 y se integra por 24 edificios Multifamiliares Tipo, de 5 entresijos de altura y 2 departamentos por nivel, de tal forma que es el hogar de 240 familias; la combinación de un bajo o nulo mantenimiento preventivo, los procesos constructivos deficientes y los vicios ocultos detectados durante la revisión, en los edificios verificados, es un factor que amplificó el potencial de vulnerabilidad sísmica de estos edificios. Los cuales, de acuerdo con el análisis de la información obtenida durante la revisión, pueden ser reforzados y/o rehabilitados o en su caso demolidos, si después de un estudio costo-beneficio se verifica cuál de las dos opciones es más viable.

**Sismo, Daños, Taxco, Revisión, San Francisco Cuadras**

#### Abstract

The intraplate earthquake of September 19, 2017 of magnitude 7.1, originated between the limits of the states of Puebla and Morelos, 12 km from Azochiapan, Morelos (National Seismological Service, UNAM, 2017) caused heavy damage in 5 buildings of the Unit Residential San Francisco Cuadras of Colonia Infonavit de Taxco de Alarcón, Guerrero, located approximately 130 km from the epicenter. This Housing Unit was built in 1987 and is composed of 24 Multifamily Buildings, of 5 mezzanines of height and 2 apartments per level, in such a way that it is the home of 240 families; the combination of a low or no preventive maintenance, the deficient constructive processes and the hidden defects detected during the revision, in the verified buildings, is a factor that amplified the seismic vulnerability potential of these buildings. Which, according to the analysis of the information obtained during the review, can be reinforced and / or rehabilitated or demolished, if after a cost-benefit study it is verified which of the two options is more viable.

**Earthquake, Damages, Taxco, Revision, San Francisco Cuadras**

**Citación:** LÓPEZ, Roberto, CORTÉS, Ángel y LIBORIO, Yessenia. Revisión de daños originados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en el conjunto habitacional San Francisco Cuadras. Revista de Ingeniería Civil. 2018. 2-4:22-29.

\*Correspondencia del Autor ( rlgama@uagro.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.





**Figura 2** Ubicación de edificios revisados  
Fuente: Google Earth Pro

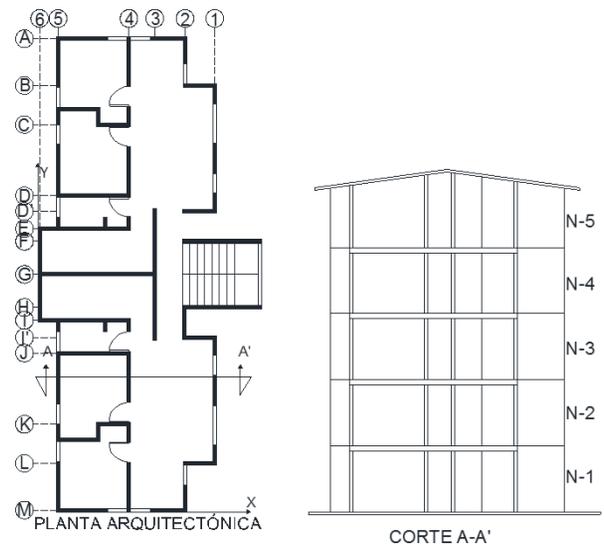
Esta Unidad multifamiliar se integra por 24 edificios Tipo, de 5 entresijos y 2 departamentos por piso, tiene una antigüedad de 31 años aproximadamente y sirve de hogar a 240 familias. Su estructura sismorresistente está conformada básicamente por muros de mampostería de block hueco de 14x20x40 cm de pared de 3 cm de espesor, reforzada interiormente con acero del No.4 en sentido vertical a una separación entre 40 y 60 cm, el refuerzo horizontal está formado por alambrión liso a cada una o dos hiladas según pruebas realizadas in situ con el dispositivo Ferroskan Hilti P200 el cual se muestra en la figura 3.



**Figura 3** Prueba para detectar acero de refuerzo en edificios revisados  
Fuente: Elaboración Propia

El sistema de piso-techo son elementos de 20 cm de espesor de viga y bovedilla apoyada perimetralmente en cadenas de cerramientos de 14x30 cm y la estructura se desplanta sobre un suelo Tipo 1 apoyada en una losa de cimentación.

A continuación, en la figura 4 se muestra la planta arquitectónica y un corte en elevación para conocer a detalle su estructuración.



**Figura 4** Planta arquitectónica y corte del edificio tipo  
Fuente: Elaboración Propia

**Daños en edificio por acciones sísmicas**

Los edificios revisados fueron el número 13, 14, 15, 16 y 17 respectivamente, de acuerdo con la numeración de la unidad Habitacional. Estos edificios presentan patrones de grietas en diagonal muy generalizadas en los muros de prácticamente todos los entresijos, pero sobre todo en el 1er y 2o nivel. Es importante mencionar que los muros en el sentido largo del edificio (sentido Y según figura I.4) son los que presentan los daños más significativos.

Las fisuras se presentan por ambas caras, desde leves hasta severas. En muros cercanos a vanos de puertas y ventanas las fisuras marcaron un patrón en diagonal formando una “X”. Los niveles más dañados fueron el 1er y 2o nivel, donde se presentaron grietas de hasta 8 mm de espesor, en la figura 5 se muestran los daños originados por el sismo con el patrón en “X”.



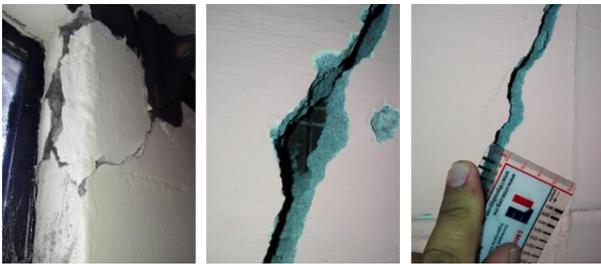
**Figura 5** Patrón de grietas en forma de “X”  
Fuente: Elaboración Propia

Las grietas en diagonal en un solo sentido se muestran en la figura 6.



**Figura 6** Patrón de grieta en diagonal  
Fuente *Elaboración Propia*

Se originaron grietas hasta de 8 mm de espesor, que en algunos casos provocaron la trituración y desprendimiento de las paredes de las piezas de mampostería, estas se muestran en la figura 7.



**Figura 7** Trituración de la pieza de mampostería y grietas de gran espesor  
Fuente: *Elaboración Propia*

### **Daños en edificio por bajo o nulo nivel de mantenimiento preventivo**

Se observó que en los edificios revisados existen problemas de filtración de humedad lo que produce la corrosión del acero de refuerzo, producto de un bajo o nulo mantenimiento preventivo por parte de los usuarios, principalmente en losas de azotea. En algunos edificios para mantener el estilo colonial se ha colocado teja de barro rojo la cual presenta problemas de corrimiento y volteo lo que permite tenga filtraciones de humedad en azoteas incluso en el penúltimo entrespacio; en cubos de escaleras y muros perimetrales se observa los efectos provocados por la humedad esto ha causado la degradación de los materiales de la construcción por efectos de intemperismo. Esto se confirma ya que los usuarios en 1991 denunciaron los problemas de filtraciones que presentan algunos edificios (Avilés, 2017), a continuación, se presenta en la figura 8 este fenómeno que afecta las propiedades mecánicas de los materiales de la estructura.



**Figura 8** Humedad y corrosión del acero de refuerzo en los edificios analizados

Fuente: *Elaboración Propia*

### **Procesos constructivos deficientes y vicios ocultos**

Durante la revisión se detectaron deficiencias en el proceso constructivo ya que la junta de mortero de la mampostería tiene un espesor de 5 a 8 mm, y si asumimos que cuando se construyeron estos edificios el Reglamento de Construcciones vigente eran las Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del Distrito Federal de 1987 (Gobierno del Distrito Federal, 1987), donde menciona que la mampostería reforzada interiormente es aquella reforzada con malla o barras corrugadas verticales y horizontales; colocada en los huecos y juntas horizontales que cumplan con una cuantía horizontal y vertical establecida en dicha Norma, y que de manera obligada todo hueco donde se aloje al acero vertical deberá de rellenarse con mortero o concreto.

Requisito que no se cumple ya que de seis calas realizadas en los huecos verticales donde se aloja el acero vertical cuatro de ellas no se rellenaron, además de que el acero horizontal es liso cuando en el Reglamento de 1976 se mencionaba que debería ser también corrugado. Que las celdas con acero vertical estén sin rellenar es la causa principal de que los esfuerzos de cortante, producto del sismo, no se transmitieran de forma correcta a el muro, pues la mayor eficiencia del muro se presenta cuando trabaja de manera combinada con el acero de refuerzo. En la figura 9 se muestran estos huecos con acero vertical sin rellenar, en algunos casos



**Figura 9** Deficiencias en la colocación y llenado de celda con acero de refuerzo vertical  
Fuente: *Elaboración Propia*

En la figura 10 Se muestra una celda con acero vertical correctamente rellena con mortero.



**Figura 10** Celda rellena correctamente  
Fuente: *Elaboración Propia*

Según fuentes del periódico oficial Digital Guerrero, en un artículo con fecha de 14 Marzo de 2018 la Unidad Habitacional en esa fecha tenía 31 años por lo que se deduce que fue construida en 1987 ( Digital Guerrero, 2018), por lo tanto estos edificios se debieron haber construido basándose en las recomendaciones que dieron origen al Reglamento de 1987, pero cuando se realizó la revisión, el Reglamento vigente es el del 2004, por lo tanto el análisis se realizó por el método simplificado de acuerdo con las NTCDEM-2004 (Gobierno del Distrito Federal, 2004), para verificar la resistencia de la estructura.

**Análisis estructural de un edificio**

Los requisitos para aplicar el método simplificado de análisis establecido en el capítulo 7 según las NTCDSDF-2004(Gobierno del Distrito Federal, 2004), y los requisitos se mencionan en el apartado 2.1 los cuales establece que para ser aplicado este método de análisis debe cumplir con lo siguiente:

- a. En cada planta al menos el 75% de cargas deben estar soportadas por muros ligados entre si por un diafragma rígido, SI CUMPLE.

Excentricidad torsional sea menor o igual al 10% de la longitud medida en forma paralela al sentido de análisis. SI CUMPLE. En la tabla 1 se muestra el cálculo de la excentricidad torsional ( $e_{tx}$ ) para el sentido “X” para el sentido “Y” no es necesario calcularlo ya que para esa dirección de análisis el edificio es totalmente simétrico donde su excentricidad torsional es cero.

Mu Ro eje	H cm	Longitud cm	Espe sor cm	F <sub>AE</sub>	Area Ae cm	X cm	Ae(X) cm <sup>2</sup>
1	254	81	14	0.18	204	713	145448
1	254	81	14	0.18	204	713	145448
1	254	121	14	0.40	680	713	484852
1	254	121	14	0.40	680	713	484852
1	254	121	14	0.40	680	713	484852
1	254	121	14	0.40	680	713	484852
2	254	108	14	0.32	484	593	286741
2	254	108	14	0.32	484	593	286741
3	254	528	14	1.00	7392	471	3481632
4	254	199	14	1.00	2786	367	1022462
4	254	199	14	1.00	2786	367	1022462
4	254	80	14	0.18	197	367	72127
4	254	80	14	0.18	197	367	72127
4	254	205	14	1.00	2870	367	1053290
4	254	205	14	1.00	2870	367	1053290
4	254	54	14	0.08	60	367	22183
4	254	54	14	0.08	60	367	22183
5	254	202	14	1.00	2828	81	229068
5	254	202	14	1.00	2828	81	229068
5	254	70	14	0.13	132	81	10665
5	254	70	14	0.13	132	81	10665
5	254	213	14	1.00	2982	81	241542
5	254	213	14	1.00	2982	81	241542
5	254	52	14	0.07	54	81	4372
5	254	52	14	0.07	54	81	4372
6	254	382	14	1.00	5348	7	37436
$\Sigma=$		3922		$\Sigma=$	40652	$\Sigma=$	11634272

**Tabla 1** Cálculo de áreas efectivas de muros y momentos de muro sentido “X”  
Fuente: *Elaboración Propia*

En la siguiente tabla 2 se muestra el cálculo del centro de masas y en la tabla V.3 se muestra cómo se calcula la excentricidad torsional en el sentido “X”.

Área m <sup>2</sup> Al	X m	Área(X) m <sup>2</sup> Al(X)
9.88	3.37	33.30
9.88	3.37	33.30
37.15	3.97	147.49
37.15	3.97	147.49
27.50	3.60	99.00

$$\Sigma = 121.56 \quad \Sigma = 460.56$$

**Tabla 2** Cálculo del centro de masas en sentido "X"

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

$C_c$  = Centro de cortante;

$$C_c = \left( \sum_{n=1}^n (Ae(X)) \right) / \left( \sum_{n=1}^n (Ae) \right) \quad (1)$$

$C_m$  = Centro de masas

$$C_m = \left( \sum_{n=1}^n (Al(X)) \right) / \left( \sum_{n=1}^n (Al) \right) \quad (2)$$

B = Longitud medida paralela al sentido de análisis

$e_{tx}$  = excentricidad torsional en x;

$$e_{tx} = |C_c - C_m| \quad (3)$$

$C_c$ =	2.86	m
$C_m$ =	3.79	m
B =	9.00	m
0.10B =	0.90	m
$e_{tx}$ =	0.93	m
$e_{tx}$	≤	0.1B

**Tabla 3** Cálculo de la excentricidad torsional en sentido "X"

Fuente: Elaboración Propia

Aunque el valor de la excentricidad es ligeramente mayor se considera que SI CUMPLE.

- b. La relación entre longitud y ancho de la planta no excederá de 2.0

L = 19.0 m

Ancho = 9.0 m

L/Ancho = 2.1 ≈ 2.0 SI CUMPLE

- c. La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excede a 1.5

Altura = 13.0 m

B = 9.0 m

Altura/B = 1.44 ≤ 1.5 SI CUMPLE

Y la altura del edificio no será mayor a 13.0 m

Altura = 13.0 m ≤ 13.0 m SI CUMPLE

Por lo tanto, SI CUMPLE con los requisitos para aplicar el método simplificado. La aplicación del método de análisis simplificado requiere del cálculo de la fuerza cortante que actúa en la base de la estructura, está se muestra en la tabla 3.

NIVEL	W (ton)	H (m)	WH (ton-m)	Fi (ton)	V (ton)	Vu (ton)
5	75.56	12.70	959.61	26.30	26.30	28.93
4	107.65	10.16	1093.72	29.97	56.27	61.90
3	107.65	7.62	820.29	22.48	78.75	86.63
2	107.65	5.08	546.86	14.99	93.74	103.11
1	107.65	2.54	273.43	7.49	101.23	111.35
Total:	506.16		3693.92	Cortante basal factorizado:		111.35

**Tabla 3** Cálculo del cortante basal para la unidad habitacional Francisco Cuadras

Como se puede observar en la tabla v.3 la fuerza Sísmica mayor se presenta en la planta baja debido a la acumulación de masa de todos los entresijos arriba de esta y va disminuyendo en cada entresijo hacia arriba; por lo que es necesario revisar los cortantes resistentes iniciando por los de planta baja hacia arriba. Se analizaron los cortantes resistentes de cada muro, en cada sentido y para cada nivel de la estructura, en las tablas 4 y 5 se muestran los resultados que se obtuvieron para los muros de planta baja en ambos sentidos.

Sentido nivel 1 X	L (m)	H/L	F <sub>AE</sub>	P (ton)	AF <sub>AE</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>MR</sub>
Mx-1	2.20	1.15	1.00	10.49	0.31	4.98
Mx-2	1.46	1.74	0.58	6.78	0.12	2.58
Mx-3	1.20	2.12	0.39	7.96	0.07	1.59
Mx-4	1.61	1.58	0.71	9.25	0.16	3.50
Mx-5	1.25	2.03	0.43	5.99	0.07	1.80
Mx-6	2.86	0.89	1.00	15.05	0.40	6.82
Mx-7	1.30	1.95	0.46	7.56	0.08	2.02
Mx-8	3.60	0.71	1.00	18.75	0.50	8.53
Mx-9	3.05	0.83	1.00	19.09	0.43	8.00
Suma:						39.83
Para los dos cuerpos del edificio:						79.65
Mx-10	4.65	0.55	1.00	26.45	0.65	11.56
Total:						91.21

**Tabla 4** Cálculo del cortante resistente en los muros de primer nivel del sentido X

Sentido nivel 1 Y	L (m)	H/L	F <sub>AE</sub>	P (ton)	AF <sub>AE</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>MR</sub>
My-1	2.00	1.27	1.00	9.77	0.28	4.58
My-2	2.00	1.27	1.00	13.63	0.28	5.51
My-3	1.00	2.54	0.27	7.93	0.04	0.92
My-4	0.80	3.18	0.18	8.40	0.02	0.47
My-5	0.70	3.63	0.13	7.15	0.01	0.32
My-6	0.60	4.23	0.10	7.57	0.01	0.20
My-7	0.80	3.18	0.18	11.70	0.02	0.47
My-8	2.05	1.24	1.00	10.85	0.29	4.90
My-9	2.05	1.24	1.00	16.31	0.29	6.21
My-10	1.21	2.1	0.40	13.49	0.07	1.63
My-11	0.80	3.18	0.18	7.41	0.02	0.47
My-12	0.45	5.64	0.06	6.88	0.00	0.08
My-13	0.45	5.64	0.06	7.17	0.00	0.08
My-14	0.45	5.64	0.06	7.80	0.00	0.08
My-15	1.85	1.37	0.94	6.88	0.24	3.60
My-16	2.65	0.96	1.00	14.11	0.37	6.35
Suma:						35.89
Para los dos cuerpos del edificio:						71.78

**Tabla 5** Cálculo del cortante resistente en los muros de primer nivel del sentido Y

LÓPEZ, Roberto, CORTÉS, Ángel y LIBORIO, Yessenia. Revisión de daños originados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en el conjunto habitacional San Francisco Cuadras. Revista de Ingeniería Civil. 2018.

También se analizó la contribución del acero horizontal que se presentaba en las juntas. La resistencia que este suministra se muestra en las tablas 6 y 7.

Sentido nivel 1	X	L (m)	At (cm <sup>2</sup> )	VsR (ton)
Mx-1		2.20	3080.00	2.13
Mx-2		1.46	2044.00	1.41
Mx-3		1.20	1680.00	1.16
Mx-4		1.61	2254.00	1.56
Mx-5		1.25	1750.00	1.21
Mx-6		2.86	4004.00	2.77
Mx-7		1.30	1820.00	1.26
Mx-8		3.60	5040.00	3.49
Mx-9		3.05	4270.00	2.96
Mx-10		4.65	6510.00	4.51
			<b>Suma:</b>	<b>22.46</b>

**Tabla 6** Cálculo del cortante resistente suministrado por el refuerzo horizontal en los muros de primer nivel del sentido X

Sentido nivel 1	Y	L (m)	At (cm <sup>2</sup> )	VsR (ton)
My-1		2.00	2800.00	1.94
My-2		2.00	2800.00	1.94
My-3		1.00	1400.00	0.97
My-4		0.80	1120.00	0.78
My-5		0.70	980.00	0.68
My-6		0.60	840.00	0.58
My-7		0.80	1120.00	0.78
My-8		2.05	2870.00	1.99
My-9		2.05	2870.00	1.99
My-10		1.21	1694.00	1.17
My-11		0.80	1120.00	0.78
My-12		0.45	630.00	0.44
My-13		0.45	630.00	0.44
My-14		0.45	630.00	0.44
My-15		1.85	2590.00	1.79
My-16		2.65	3710.00	2.57
			<b>Suma:</b>	<b>19.25</b>

**Tabla 7** Cálculo del cortante resistente suministrado por el refuerzo horizontal en los muros de primer nivel del sentido Y

## Resultados

Del análisis de los resultados obtenidos con el método simplificado, se determinó que la resistencia de la estructura es deficiente, ya que, considerando los valores de resistencia de referencia para estructuras recién construidas, se tiene una resistencia apenas suficiente en sentido corto, y en el sentido largo de la estructura se tienen deficiencias de resistencia.

Cortante resistente:

Sentido X = 113.67 ton > 111.35 ton

Sentido Y = 91.03 ton < 111.35 ton

Se encontró que la cuantía de refuerzo horizontal era inferior a la mínima recomendada por la norma 2004.

En estudios realizados sobre estructuras similares se determinaron cortante resistente de 1.67 kg/cm<sup>2</sup>, lo que haría que la estructura no cumpla con la resistencia mínima requerida en los dos sentidos de análisis.

## Agradecimiento

Agradecemos al CONACYT y profesores investigadores de la Maestría en Ingeniería para la innovación y desarrollo Tecnológico de la Facultad de Ingeniería dependiente de la UAGro; por su invaluable apoyo académico y económico respectivamente.

## Contribución

Esperamos que con este trabajo de investigación se contribuya a crear una cultura de responsabilidad y honestidad, en el sector relacionado a la proyección, diseño y construcción de la infraestructura urbana pública y privada.

Esperando insertar en ellos la gran importancia y responsabilidad que existe en aplicar la normativa de construcción correspondiente; y con ello disminuir la vulnerabilidad sísmica de las obras civiles y por lo tanto disminuir los daños materiales, físicos y económicos de nuestro Estado de Guerrero ante los efectos de un sismo importante como los de 1985 y 2017.

## Conclusiones

Se determinó que las estructuras poseían serias deficiencias desde su diseño, lo cual se agravó por la falta de calidad en la obra, originando vicios ocultos que agravaron la vulnerabilidad de la Unidad Habitacional.

Otro aspecto importante que se observó fue el nulo mantenimiento de los edificios, lo que trae como consecuencia la degradación de sus propiedades dinámicas.

Debido a que la humedad penetraba entre los muros, se observó corrosión en el acero de refuerzo existente en esos puntos. Es claro que, aunque se hubiesen construido con buena calidad estas estructuras hubiesen presentado daños ante sismos importantes, ya que no se cumplió con la normativa vigente la cual establece que las fuerzas resistentes sean mayores que las fuerzas sísmicas.

Por lo que podemos concluir que el problema radica realmente en no aplicar la normativa de construcción correspondiente durante la proyección, diseño y construcción de las edificaciones. Mientras no apliquemos la Normativa correspondiente seguirá existiendo vulnerabilidad sísmica en las obras civiles.

Una propuesta de reforzamiento es adicionar muros de concreto que absorban las fuerzas sísmicas de cortante, ligados por trabes en cada entrepiso y a la cimentación, pero es necesario realizar una prueba de vibración ambiental y de propiedades mecánicas de mampostería en estos edificios, para determinar las secciones geométricas y armados de acero de los elementos de refuerzo. Además de realizar reparaciones en grietas con epóxidos de alta y mediana fluidez respectivamente, el reemplazo de acero corroído, impermeabilización de losas de azotea y el aplanado de todos los muros con malla de acero electrosoldada fijada convenientemente por ambas caras.

Las dos opciones que se tienen es construir nuevos edificios o reforzar los existentes, en este punto debe realizarse un análisis costo-beneficio para tomar la decisión más conveniente.

## Referencias

Avilés, R. R. (28 de Septiembre de 2017). Desde 1991 se denunció la mala construcción del Infonavit en Taxco. *La jornada Guerrero*. Obtenido de [https://lajornadaguerrero.com.mx/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=371:desde-1991-se-denuncio-la-mala-construccion-del-infonavit-en-taxco&Itemid=592](https://lajornadaguerrero.com.mx/index.php?option=com_k2&view=item&id=371:desde-1991-se-denuncio-la-mala-construccion-del-infonavit-en-taxco&Itemid=592)

Digital Guerrero. (14 de Marzo de 2018). Arranca en Taxco la reconstrucción de la Unidad Habitacional y supervisión de avance de obras que se realizan por \$19. *Digital Guerrero*. Obtenido de <https://www.digitalguerrero.com.mx/principales/arranca-en-taxco-la-reconstruccion-de-la-unidad-habitacional-y-supervision-de-avance-de-obras-que-se-realizan-por-s19/>

Gobierno del Distrito Federal. (19 de Noviembre de 1987). Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Estructuras de Mampostería. *Gaceta Oficial del Departamento de D.F.*

Gobierno del Distrito Federal. (6 de Octubre de 2004). Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*.

Gobierno del Distrito Federal. (06 de Octubre de 2004). Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Estructuras de Mampostería. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*.

Guerrero, A. (08 de Mayo de 2018). Inició el jueves la demolición de la unidad Infonavit de Taxco que dañó el temblor, informan. *El Sur Periódico de Guerrero*. Obtenido de <https://suracapulco.mx/impreso/2/inicio-el-jueves-la-demolicion-de-la-unidad-infonavit-de-taxco-que-dano-el-temblor-informan/>

Servicio Sismológico Nacional, UNAM. (19 de Septiembre de 2017). <http://www.ssn.unam.mx/>. Obtenido de Servicio Sismológico Nacional: [http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX\\_rep\\_esp\\_20170919\\_Puebla-Morelos\\_M71.pdf](http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX_rep_esp_20170919_Puebla-Morelos_M71.pdf)

# Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

---

## [Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

### International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

### **Resumen (En Español, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

### **Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ingeniería Civil. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

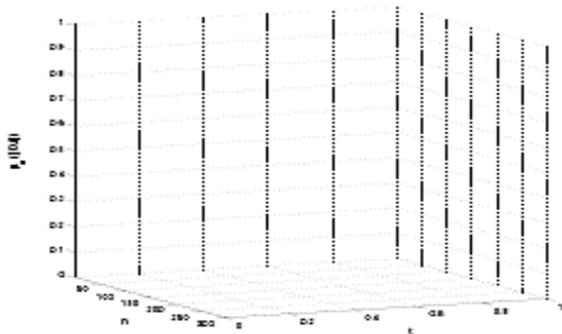
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas- Editables

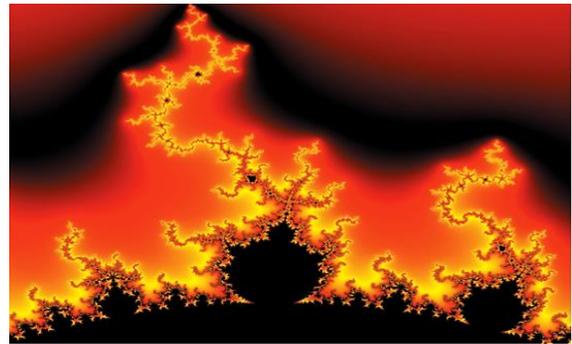
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

## Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

## Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

## Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

## Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Ingeniería Civil se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Civil emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Ingeniería Civil, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

#### **Servicios Editoriales:**

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

#### **Política Editorial y Administración**

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org)  
[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Redactor Principal**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

**Asistente Editorial**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Editor Ejecutivo**

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

**Editores de Producción**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Administración Empresarial**

REYES-VILLAGO, Angélica. BsC

**Control de Producción**

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

**Editores Asociados**

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan ),sponsorships@ecorfan.org

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

**Oficinas de Gestión**

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

# Revista de Ingeniería Civil

“Compresión de pilas con piezas de cerámica de tabique rojo recocido, con mortero tipo I y II para el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero”

**DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, ALVAREZ-TORRALBA, Eduardo, MOLINA-BERNAL, Rigoberto y PERALTA-CATALÁN, Fausto Sebastián**

*Ciudad Universitaria Sur*

“Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=200\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ . Con agregados pétreos del Municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero”

**DELGADO-DE LA TORRE, Daniel, MORALES-AYALA, Leonel Salvador, CASTILLO-MONTUFAR, Jose María y PERALTA-CATALAN, Fausto Sebastian**

*Ciudad Universitaria Sur, Chilpancingo*

“Construcción de vigas de concreto reforzado y propuesta de dispositivo de ensaye a flexión para obtener gráficas carga-deflexión”

**BARRAGÁN-TRINIDAD, Raziél, CUEVAS-SANDOVAL, Alfredo, MORENO-BARRIOS, Alondra Johana y DELGADO-DE LA TORRE, Daniel**

*Universidad Autónoma de Guerrero*

“Revisión de daños originados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en el conjunto habitacional San Francisco Cuadras”

**LÓPEZ, Roberto, CORTÉS, Ángel y LIBORIO, Yessenia**

*Universidad Autónoma de Guerrero*

