

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
CIVIL Y GEOMÁTICA**



INFORME DE RESULTADOS

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO EN FLEXIÓN
PERPENDICULAR AL PLANO DE UN MURO DE
MAMPOSTERÍA DE PIEZAS “MEGABRICK 8” PARA LA
EMPRESA INDUSTRIAS NOVACERAMIC S.A. DE C.V.**

POR

**LABORATORIO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS**

CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO DE 2018

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized cross-like shape followed by a cursive flourish.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO DE LAS PRUEBAS	3
3. DESCRIPCIÓN DE LOS MUROS	3
4. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA	4
5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	7
6. COMENTARIOS FINALES	10



1. INTRODUCCIÓN

A solicitud de la empresa INDUSTRIAS NOVACERAMIC S.A. DE C.V., a la que en lo sucesivo llamaremos "NOVACERAMIC", se realizó un estudio experimental para determinar el comportamiento en flexión de muros de mampostería en su plano débil. El ensaye se realizó en el marco de carga del equipo de fuerza AMSLER del Laboratorio de Materiales del Departamento de Estructuras de la División de Ingenierías Civil y Geomática de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Para la realización de los ensayes, la empresa construyó, en las instalaciones del Laboratorio de Materiales, dos muros de 265 cm y 261 cm de altura, cuyas características se detallan en el cuerpo del informe; los muros fueron sometidos a la acción de una carga perpendicular a su plano a la mitad de su altura, donde se presenta la condición más crítica para fines del comportamiento a flexión.

La instrumentación se realizó utilizando un equipo de medición de precisión, tanto para el control de desplazamientos por flexión como para el registro de la fuerza aplicada por el actuador al muro.

2. OBJETIVO DE LAS PRUEBAS

El presente trabajo tiene la finalidad de establecer la capacidad de carga en flexión, respecto a su plano débil, de dos muros de mampostería construidos con piezas denominadas *MEGABRICK 8*, de acuerdo al catálogo de la empresa NOVACERAMIC.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS MUROS

Los muros se construyeron con piezas de barro industrializado extruido denominado *MEGABRICK 8*, fabricado por la empresa NOVACERAMIC; las piezas se unieron con un mortero premezclado denominado "Bravomuro fino", de 1 cm de espesor; ambas caras de los muros fueron aplanados con una capa de mortero para Repello de nombre comercial "BravoRex" de 1 cm de espesor. En los bordes extremos de los muros se colaron castillos interiores con un concreto adecuadamente graduado para permitir su colocación en el interior de las celdas, este concreto es comercialmente conocido como "Bravocreto"; el acero de refuerzo longitudinal consistió en una varilla del # 3.

Un requerimiento de los ensayes fue que los morteros y concretos utilizados en la fabricación de los muros, tuvieran una resistencia mínima a la compresión de 100 y 150 kgf/cm², respectivamente. Para garantizar lo anterior, se tomaron muestras de los



materiales empleados y se ensayaron el mismo que los muros; los resultados obtenidos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resistencia de concreto, mortero y repello, utilizado para la fabricación de los muros

Muro	Bravocreto Resistencia kg/cm ²	Bravomuro fino kg/cm ²	BravoRex kg/cm ²
1	230	120	65
2	214	104	57

Las piezas de tabique MEGABRICK 8, poseen un diseño con "machimbrado" y fueron proporcionadas en 2 presentaciones, de 20 y de 25 cm de altura, manteniendo constante la dimensión de su base (8cm x 50cm), fig. 1.

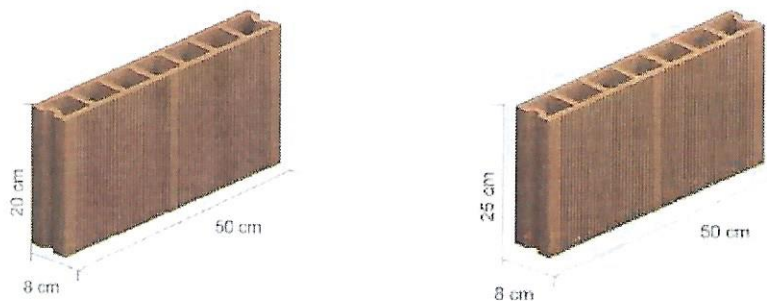


Figura 1. Dimensiones y características del tabique MEGABRICK 8, de 20 y 25 cm de altura

Las dimensiones generales y características de los muros fueron las siguientes:

Muro 1 MEGABRICK 8 (25-50-8)

Muro de 260 cm de largo x 265 cm de altura y espesor de 10 cm, con aplanado en ambas caras, fabricado a base de piezas de barro MEGABRICK 8 de 25 cm de altura.

Muro 2 MEGABRICK 8 (20-50-8)

Muro de 255 cm de largo x 251cm de altura y espesor de 10 cm, con aplanado en ambas caras, fabricado a base de piezas de barro MEGABRICK 8 de 20 cm de altura.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

La prueba se realizó en el marco de carga del equipo AMSLER, que posee la suficiente capacidad de reacción para este tipo de pruebas; la implementación del ensaye se muestra en la fig. 2.

Los muros se desplantaron en el piso del Laboratorio de Materiales con mortero premezclado denominado "Bravomuro fino" y en la parte superior el muro se acoplo a una moldura de lámina en forma de "C", similar a la que se utiliza en obra, lográndose la sujeción necesaria del muro durante la prueba.

La carga lateral fue aplicada por medio de una barra rígida, en la parte media del muro como lo muestra la fig. 2; el empuje lateral sobre el muro se logró mediante una barra rígida de acero que generó una carga distribuida en todo su ancho, fig. 3.

Para el registro de desplazamientos y carga aplicada fueron colocados, respectivamente, un LVDT (transductor de voltaje lineal) a la mitad de la altura y una celda de presión, cuyo arreglo se presenta en la fig. 2. Esta información fue obtenida y procesada por el Sistema de Adquisición de Datos con el que se cuenta en el Laboratorio de Materiales.



Figura 2. Revisión de la implementación del ensaye



Figura 3. Detalle del distribuidor de carga y del sensor de desplazamientos

En la fig. 4, se muestra la celda de presión conectada al sistema de adquisición de datos, para el monitoreo de la fuerza aplicada.



Figura 4. Localización de la celda de presión en el extremo del actuador

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'J' followed by a flourish.

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Muro 1 MEGABRICK 8 (25-50-8)

En el gráfico Fuerza vs Desplazamiento del muro 1, fig. 6, es posible observar que, iniciado el ensaye, el sistema se comportó linealmente hasta los 340 kgf, asociados a un desplazamiento por flexión de 3 mm, instante en el que apareció el primer agrietamiento por flexión en la vecindad de la aplicación de la fuerza. La aparición de una segunda grieta importante fue registrada para una fuerza de 400 kgf, acompañada de un desplazamiento de 15 mm, figs. 5, 6 y 7; la falla del muro se presentó para una carga máxima de 420 kgf y un desplazamiento de 52 mm.

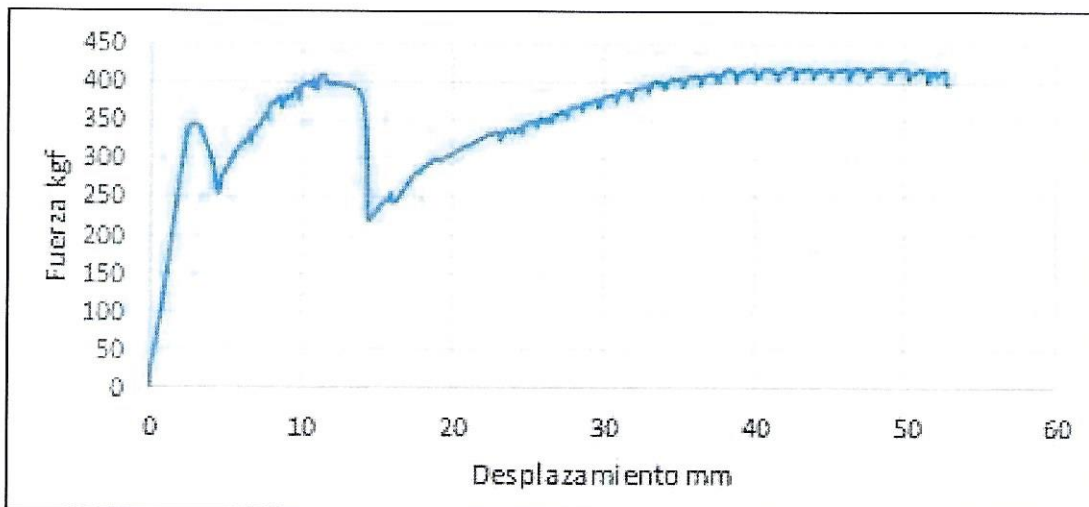


Figura 5. Curva de fuerza vs desplazamientos en la altura media del muro 1 MEGABRICK 8 (25-50-8)

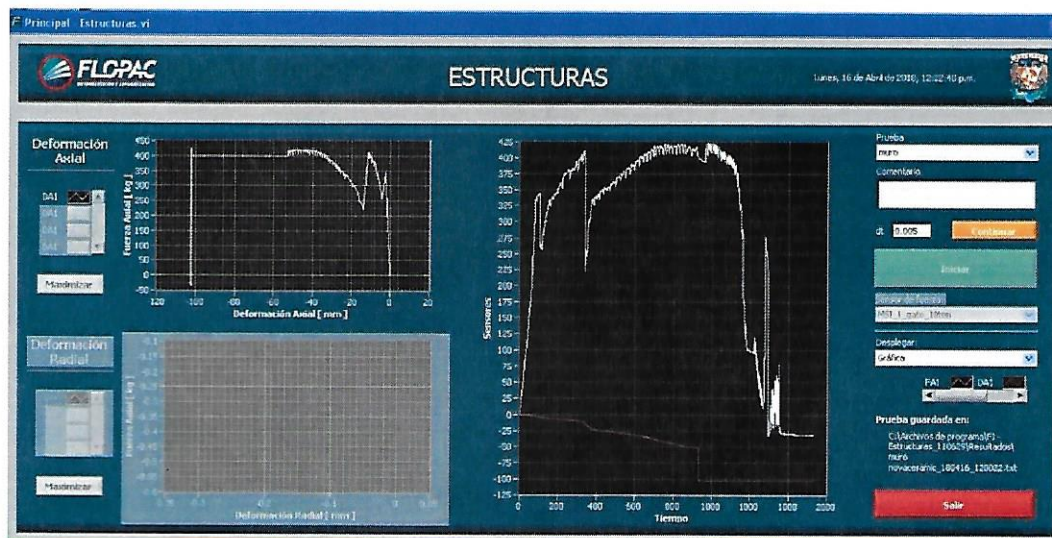


Figura 6. Panel del Sistema de Adquisición de Datos



Figura 7. Condición de falla del muro 1 MEGABRICK 8 (25-50-8)

Muro 2 MEGABRICK 8 (20-50-8)

En el gráfico Fuerza vs Desplazamiento del muro 2, fig. 8, es posible observar que el sistema se comportó linealmente hasta los 260 kgf, asociados a un desplazamiento por flexión de 2 mm, instante en el que apareció el primer agrietamiento por flexión en la vecindad de la aplicación de la fuerza, fig. 9. A partir de este momento, la fuerza fue incrementando paulatinamente hasta alcanzar la falla, fig. 10, para una fuerza máxima de 440 kgf y un desplazamiento de 54 mm.

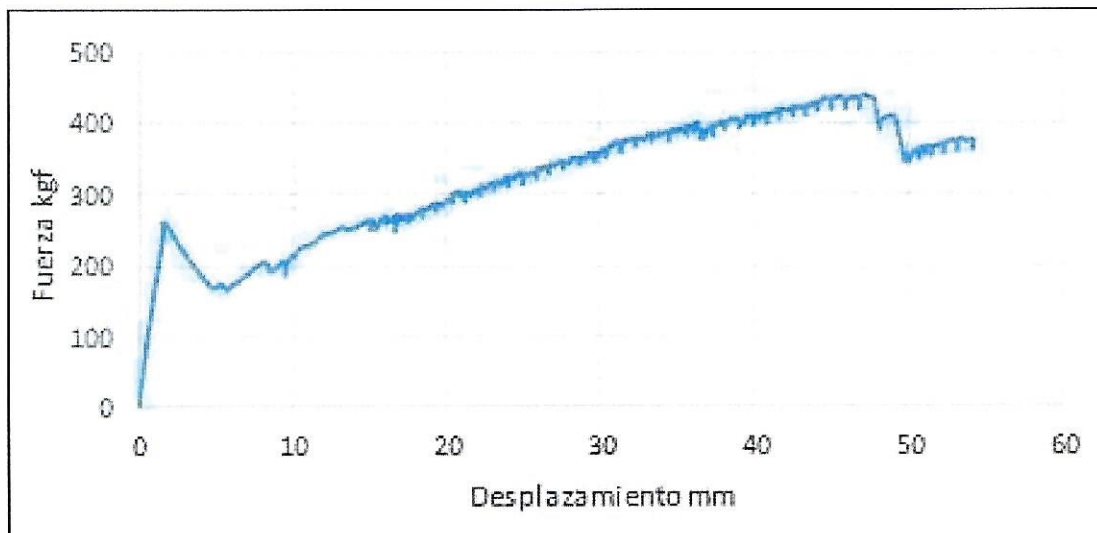


Figura 8. Curva de fuerza vs desplazamientos en la altura media del muro 2 MEGABRICK 8 (20-50-8)

A handwritten signature or mark in black ink, consisting of a large, stylized 'S' or similar character followed by a smaller, more complex mark.



Figura 9. Condición de falla del muro 2 MEGABRICK 8 (20-50-8)



Figura 10. Colapso del muro 2 MEGABRICK 8 (20-50-8)

En la tabla 2, se presentan los resultados del comportamiento de los muros y su carga de falla

Tabla 2. Resultados de la capacidad de carga de los muros

Muro Megabrick	Largo (cm)	Altura (cm)	Deflexión elástica máxima (mm)	Carga máxima en el rango elástico (kgf)	Deflexión máxima (mm)	Carga máxima (kgf)
1	260	265	3.0	340	52	420
2	255	251	2.0	260	52	440

6. COMENTARIOS FINALES

Las fuerzas causantes de propiciar el primer agrietamiento en los muros presentó una diferencia de 80 kg; sin embargo, independientemente del tipo de pieza utilizado en la construcción del muro, la fuerza bajo la cual se generó la falla, fue prácticamente la misma en ambos muros.

De las curvas de Fuerza vs Desplazamiento, se puede apreciar que el comportamiento de los muros fue sensiblemente elastoplástico.

La ductilidad que aporta el refuerzo interior en los extremos del muro fue notable; esto se puede observar de la tabla 2, en la que la deflexión elástica estuvo en el rango de 2 a 3 mm y la deflexión máxima, en 52 mm, es decir, 16 veces más.

