

Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de concreto usados en la construcción de viviendas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Analysis of the compressive strength of concrete blocks used in the
construction of homes in the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

—

Lorenzo Franco Escamiroso Montalvo
franco@unach.mx

Nguyen Molina Narváez
nguyen.molina@unach.mx

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Escamirosa Montalvo, L. F. ., & Molina Narváez, N. . (2022). Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de concreto usados en la construcción de viviendas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a03>

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio aplicados a 30 piezas de bloques de concreto: 15 con 2 huecos y 15 macizos, fabricados en forma mecánica y hechos a mano, en 3 sitios de fabricación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Los ensayos de laboratorio tienen como propósito determinar las características geométricas (dimensiones) y la resistencia a la compresión de las piezas; asimismo, comparar los resultados obtenidos con las normas vigentes. Los resultados demuestran que la resistencia a la compresión media no cumple con lo establecido en la norma; por una parte, la resistencia a la compresión media obtenida en las piezas huecas varían entre 67.90 kg/cm² (fabricación mecánica) y 13.44 kg/cm² (hechas a mano), y se encuentra por debajo de 90 kg/cm², que corresponde al valor establecido en la norma; por otra parte, la resistencia media obtenidas en las piezas de bloques macizos varía entre 68.22 kg/cm² (fabricación mecánica) y 12.67 kg/cm² (hechas a mano), que, comparada con el valor de 150 kg/cm² de la norma, se observa que los resultados están en extremo por debajo de la recomendación establecida. Los resultados anteriores advierten la necesidad de controlar la calidad de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto, fabricados por las empresas proveedoras, para garantizar que cumplan con las normas de las estructuras de mampostería para vivienda u otro tipo de edificación, y con ello, contribuir en la reducción de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de las familias de bajos ingresos económicos del estado de Chiapas, que prefieren el uso de este material por su bajo costo.

Palabras Clave:

Bloques de concreto; resistencia a la compresión; normas de construcción; vivienda.

— Abstract—

In this work, the results of the laboratory tests applied to 30 pieces of concrete blocks are presented: 15 with 2 holes and 15 solid ones, manufactured mechanically and made by hand, in 3 manufacturing sites in the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. The purpose of the laboratory tests is to determine the geometric characteristics (dimensions) and the resistance to compression of the pieces; likewise, compare the results obtained with current standards. The results show that the average compressive strength does not comply with what is established in the standard; On one hand, the average compressive strength obtained in hollow parts varies between 67.90 kg/cm² (mechanical manufacture) and 13.44 kg/cm² (handmade), and is below 90kg/cm², which corresponds to the value established in the standard; On the other hand, the average resistance obtained in the pieces of solid blocks varies between 68.22 kg/cm² (mechanical manufacture) and 12.67 kg/cm² (handmade), which, compared to the value of 150 kg/cm² of the standard, it is observed that the results are extremely below the established recommendation. The previous results warn of the need to control the quality of the compressive strength of the concrete blocks, manufactured by the supplier companies, to guarantee that they comply with the standards of masonry structures for homes or other types of buildings, and with this, contribute to reducing the seismic vulnerability of the homes of low- income families in the state of Chiapas, who prefer the use of this material because of its low cost.

Keywords:

Concrete blocks; resistance to compression; building standards; housing.

En el estado de Chiapas, como en otras entidades de México, la autoconstrucción de viviendas en los sectores de población de bajos ingresos económicos, tanto en zonas urbanas como rurales, comúnmente se realiza a partir del sistema convencional de muros de mampostería, a base de piezas de bloques huecos de concreto con dos o tres celdas. Este sistema constructivo es preferido por los habitantes de este sector social, debido a la extensa aplicación de estructuras de mampostería que existe en la región y a la facilidad que tiene la elaboración de las piezas con materiales seguros, duraderos y económicos; sin embargo, a consecuencia de que las familias de bajos ingresos tienen pocas posibilidades de recibir asesoría técnica para la construcción de sus viviendas, recurren a la autoconstrucción con técnicas adquiridas por usos y costumbres de generación en generación o, en el mejor de los casos, contratan la mano de obra de albañiles poco calificados. En estas circunstancias, la resistencia a la compresión del concreto usado en la elaboración de los bloques, hechos en el sitio de la obra o comprados a bajo costo a proveedores, no cumplen con los requerimientos establecidos en las Normas Mexicanas de la Industria de la Construcción de bloques, tabiques o ladrillos NMX-C-036-ONNCCE (2004), NMX-C-404-ONNCCE (2012), Normas Técnicas Complementarias (2017), por lo que las piezas utilizadas son inadecuados para la construcción de muros de las viviendas, esencialmente, debido a la mala proporción de grava y arena (material pétreo) con relación a la cantidad de cemento; es decir, se construyen viviendas con estructuras informales de mampostería de bloques de concreto, lo cual advierte que las viviendas presenten cierto nivel de vulnerabilidad.

La resistencia a la compresión de las piezas de bloques de concreto, hueco y macizo, usadas en las edificaciones como elementos estructurales de mampostería, tienen que cumplir las recomendaciones establecidas en las normas señaladas, para garantizar la seguridad de la estructura. Lo anterior requiere que los materiales utilizados en la fabricación de las piezas tengan la calidad necesaria, así como la proporción de éstos con el cemento sea la adecuada.

El presente estudio tiene como propósito determinar las características geométricas y la resistencia a la compresión de las piezas de bloques de concreto hueco y macizo, que se comercializan en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; elaboradas de forma mecánica o hechas a mano. Para ello, se analizaron y ensayaron en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), 30 piezas de bloques de concreto; 15 huecas y 15 macizas, obtenidas en 3 sitios o empresas de fabricación. Los resultados obtenidos se compararon con lo establecido en la norma mexicana aplicable a los bloques de concreto huecos y macizos, para uso estructural en las edificaciones de fabricación nacional (NMX-C-404-ONNCCE, 2012). Derivado de lo anterior, se observó

que la resistencia a la compresión de las piezas de bloques, obtenidas en los 3 sitios de fabricación, no cumple con la norma.

MÉTODO

Se seleccionaron 3 establecimientos en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, que se dedican a la fabricación y comercialización de piezas de bloques de concreto (especímenes), huecos y macizos. El nombre oficial de los tres proveedores fue cambiado por Empresa A, B y C, con la finalidad de mantener su confidencialidad en el estudio realizado. Las empresas A y B, elaboran las piezas en forma mecánica, y la C son hechas a mano. En cada empresa se obtuvieron 10 muestras de bloques en forma aleatoria; 5 piezas huecas (con 2 celdas) y 5 macizas, que suman un total de 30 especímenes de bloques de concreto (15 huecas y 15 macizas). También es importante mencionar que se solicitó a las empresas información relacionada con el cemento, las características y dosificación de los materiales utilizados en la fabricación de los bloques; sin embargo, las tres empresas seleccionadas se reservaron hacer comentarios al respecto.

Las piezas se ingresaron al Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas y se realizaron los análisis correspondientes con base en la norma mexicana NMX-C-404-ONNCC-2012. A continuación se describe el procedimiento:

1. En un primer momento, se etiquetaron y examinaron las dimensiones geométricas de cada una de las piezas de bloques de concreto: largo (L), ancho (A), alto (h). En el caso de los bloques huecos, también se examinaron los espesores de las paredes exteriores: (a), (c), (d) y (e), así como la pared interior (b) (ver figuras 1 y 2).

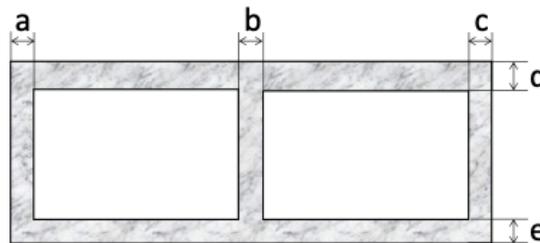


Figura 1. Sección longitudinal de la pieza. Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Forma prismática de la pieza. Fuente: Elaboración propia

2. En seguida, con las dimensiones obtenidas se realizaron los cálculos para obtener, en cada pieza, los datos correspondientes al área total, área neta, porcentaje equivalente (en el caso de piezas huecas) y volumen; asimismo, se pesó cada espécimen en una báscula de plataforma.
3. En un segundo momento, se procedió a realizar el ensaye o prueba a la compresión de cada pieza de bloque, con base en la norma mexicana NMX-C-036-ONNCCE-2004, que establece, entre otros aspectos, realizar el cabeceo en ambas caras de las piezas (superior e inferior), con el objetivo de crear una superficie uniforme, antes de colocar la pieza en la máquina para efectuar la prueba. El ensaye a la compresión, se llevó a cabo con el equipo “Prensa eléctrica digital con marco de compresión de 120,000 kgf, marca ELVEC”. En cada ensaye se aplicó la carga con velocidad uniforme y continua sin producir impacto ni pérdida, hasta alcanzar “la falla” por la carga máxima aplicada, misma que se dividió entre el área neta, y con ello, se determinó la resistencia a la compresión de cada pieza de bloque analizado (ver imagen 1).



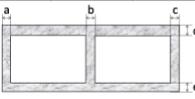
Imagen 1. Prueba a la compresión de bloque de concreto. Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

Las mediciones realizadas, los cálculos y los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia a la compresión efectuadas en cada uno de las 5 piezas de bloques de concreto, hueco o macizo, fabricados en cada empresa ya sea de forma mecánica o hechos a mano, se registraron en tablas. Para el caso de la Empresa A, la tabla 1 muestra los resultados obtenidos de los análisis realizados de forma individual, en las piezas: a-1, a-2, a-3, a-4 y a-5, de bloques de concreto hueco, fabricados de manera mecánica.

Tabla 1

Resultados de los análisis de bloques huecos de concreto de la Empresa A

Tipo de Material: Bloque hueco de concreto		Fabricación: Mecánica					Empresas: A		
Prueba a la compresión									
Muestra número		a-1	a-2	a-3	a-4	a-5	Promedio	Especificaciones NMX-C-404-ONNCC-2012	
Dimensiones	Largo (L) en cm	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	39 cm ± 2 mm	
	Ancho (A) en cm	12.00	12.00	11.90	12.00	12.00	11.98	12 cm ± 2 mm	
	Alto (h) en cm	20.00	20.00	19.90	20.30	20.00	20.04	19 cm ± 3 mm	
	(a) en cm	2.50	2.80	2.60	2.80	2.50	2.64	Mayor a 2 cm	
	(b) en cm	2.70	2.70	2.80	2.80	3.00	2.80	Mayor a 2 cm	
	(c) en cm	2.70	2.70	2.70	2.60	3.00	2.74	Mayor a 2 cm	
	(d) en cm	3.00	2.80	2.80	2.60	2.80	2.80	Mayor a 2 cm	
	(e) en cm	2.70	2.90	2.80	2.80	2.60	2.76	Mayor a 2 cm	
Área bruta en cm ²		480.00	480.00	476.00	480.00	480.00	479.20		
Área neta en cm ²		277.77	279.66	275.03	270.12	272.10	274.94		
Área neta (%)		57.87	58.26	57.78	56.28	56.69	57.37	75% > Aneta > 50%	
Volumen en m ³		0.0055554	0.0055932	0.0054731	0.0054834	0.005442	0.01		
Peso en kg		13.5	13.9	13.4	13.6	13.5	13.58		
Peso volumétrico (kg/m ³)		2430.068	2485.1606	2448.3396	2480.1967	2480.7056	2464.89		
Carga en kg		19,980	18,350	17,290	18,570	19,140	18,666.00		
Resistencia a la Compresión en kg/cm ²		71.93	65.62	62.87	68.75	70.34	67.90	70 kg/cm ² (Mínima individual) 90 kg/cm ² (Media)	
Dimensiones: L = Largo A = Ancho h = Alto Área total = (L) x (A) Área neta: [((L)x(A)) - (((L)-(a+b+c)) x ((A)-(d+e)))]									

Fuente: Elaboración propia

En el apartado señalado como “Dimensiones”, se registraron los siguientes datos: a) Las características geométricas de las piezas: largo, ancho, alto y espesor de las paredes, b) Los resultados de los cálculos efectuados: área bruta, área neta, porcentaje equivalente, volumen, peso volumétrico; y, finalmente, c) El valor de la carga aplicada en cada prueba y el resultado obtenido de la resistencia a la compresión.

A manera de ejemplo, el bloque de concreto a-3 tiene las siguientes dimensiones: Largo de 40 cm, ancho de 11.90 cm y alto de 19.90 cm; espesor de paredes externas: a, c, d y e, miden 2.60 cm, 2.70 cm, 2.80 cm y 2.80 cm, respectivamente, y el espesor de la pared interna, 2.80 cm. Con estas cifras, el área ruta del bloque hueco de concreto resultó de 476.00 cm² y su área neta de 275.03 cm²; por consiguiente, el porcentaje del área neta representa 57.78%. Por otra parte, al aplicar la prueba a la compresión, la pieza analizada soportó una carga de 17,290 kg, misma que al dividirse entre su área neta, se determinó que la resistencia a la compresión es 62.87 kg/cm² (ver tabla 1).

En forma adicional, con los resultados obtenidos en el análisis de cada uno de las 5 piezas, se calculó el valor de la media representativa de las dimensiones y la resistencia media a la compresión de los bloques huecos fabricados en forma mecánica por la Empresa A, que resultó 67.90 kg/cm², como se muestra en el gráfico 1 (ver tabla 2 y gráfico 1).

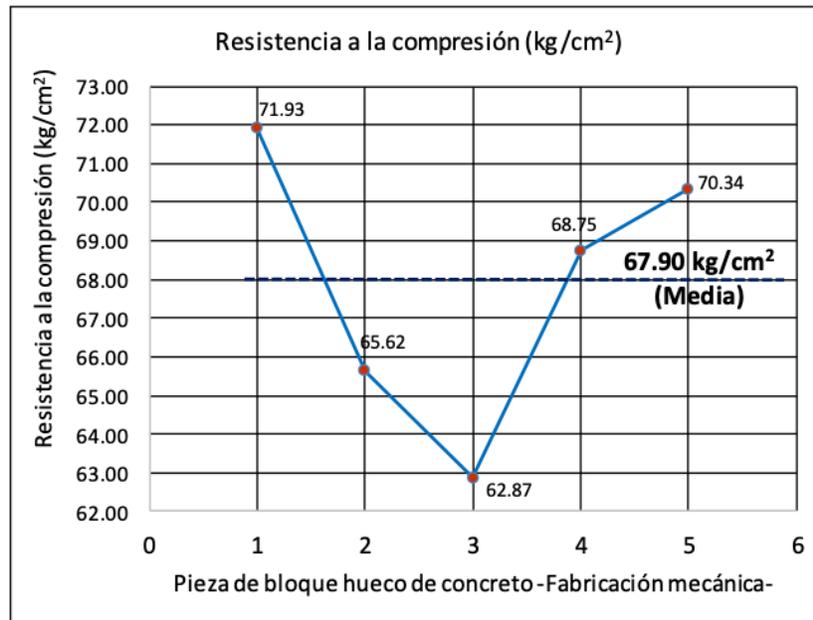


Gráfico 1. Resistencia media a la compresión de bloques huecos de concreto de la Empresa A.
Fuente: Elaboración propia

A partir de los análisis realizados a cada uno de los especímenes de bloques huecos de concreto de las Empresas B, fabricados en forma mecánica y C, hechos a mano, se obtuvieron los valores medios de las dimensiones (ver tabla 1) y la resistencia media a la compresión de las piezas correspondiente a cada Empresa (ver gráfico 2).

Tabla 2
Valor medio de las dimensiones de los bloques huecos por Empresa

Dimensiones (pieza)	Valor medio de las dimensiones (cm)			Especificaciones NMX-C-404-ONNCCE-2012
	Empresa A (F-mecánica)	Empresa B (F-mecánica)	Empresa C (F-hecho a mano)	
Largo (L)	40.00	40.02	39.88	39 cm ± 2 mm
Ancho (A)	11.90	12.02	11.94	12 cm ± 2 mm
Altura (h)	19.90	19.20	19.74	19 cm ± 3 mm
Espesor de pared (a)	2.60	4.50	3.10	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (b)	2.80	5.40	2.98	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (c)	2.70	4.50	3.16	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (d)	2.80	2.98	3.00	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (e)	2.80	3.00	3.04	Mayor a 2 cm
Área neta	57.37%	67.83%	62.04%	75% > Área neta > 50%

Fuente: Elaboración propia

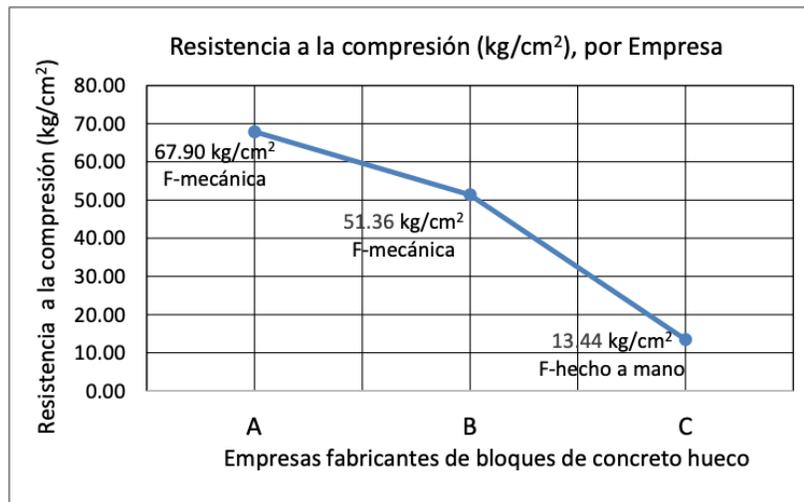


Gráfico 2. Resistencia media individual a la compresión de bloques huecos por Empresa. Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Resultados de los análisis de bloques macizos de concreto de la Empresa A

Tipo de Material: Bloque macizo de concreto		Fabricación: Mecánica					Empresas: A	
Prueba a la compresión								
Muestra número	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	Promedio	Especificaciones NMX-C-404-ONNCCE-2012	
Dimensiones	Largo (L) en cm	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	39 cm ± 2mm
	Ancho (A) en cm	12.00	12.00	12.10	12.00	12.20	12.06	12 cm ± 2 mm
	Alto (h) en cm	19.50	20.00	19.50	20.00	19.80	19.76	19 cm ± 3 mm
Area en cm ²	480.00	480.00	484.00	480.00	488.00	482.40		
Volumen en m ³	0.00936	0.0096	0.009438	0.0096	0.0096624	0.01		
Peso volumétrico (kg/m ³)	2094.0171	2145.8333	2076.7112	2093.75	2080.2285	2098.11		
Peso en kg	19.60	20.60	19.60	20.10	20.10	20.00		
Carga en kg	30,680	34,760	30,710	35,040	33,330	32904.00		
Resistencia a la Compresión en kg/cm ²	63.92	72.42	63.45	73.00	68.30	68.22	120 kg/cm ² (Mínima individual) 150 kg/cm ² (Media)	

Fuente: Elaboración propia

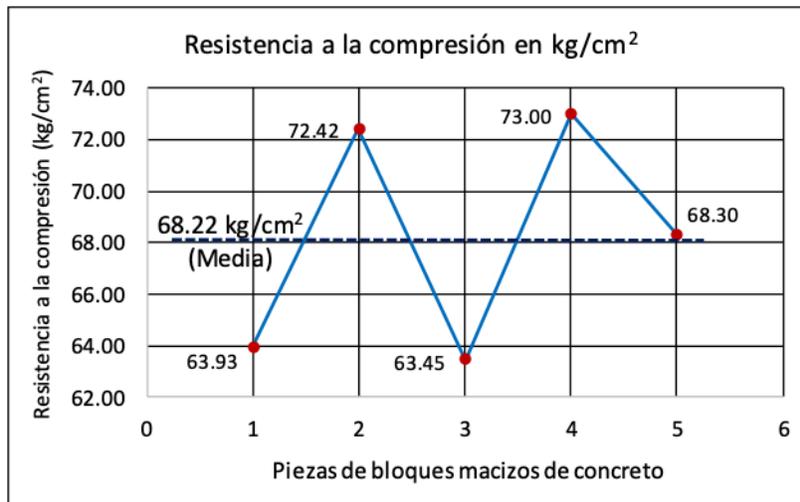


Gráfico 3. Resistencia media a la compresión de bloques macizos de concreto de la Empresa A.

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los análisis realizados a cada uno de los especímenes de bloques macizos de concreto de las Empresas B, fabricados en forma mecánica y C, hechos a mano, se obtuvieron los valores medios de las dimensiones que se muestran en la tabla 4 y, en el gráfico 4, se presentan los resultados de la resistencia media a la compresión correspondiente a cada Empresa.

Tabla 4
 Valor medio de las dimensiones de los bloques macizos por Empresa

Datos (pieza)	Valor medio de las dimensiones (cm)			Especificaciones NMX-C-404-ONNCCE-2012
	Empresa A (F-mecánica)	Empresa B (F-mecánica)	Empresa C (F-hecho a mano)	
Largo (L)	40.00	39.76	39.96	39 cm ± 2 mm
Ancho (A)	12.06	11.66	11.98	12 cm ± 2 mm
Altura (h)	19.76	19.98	19.34	19 cm ± 3 mm

Fuente: Elaboración propia

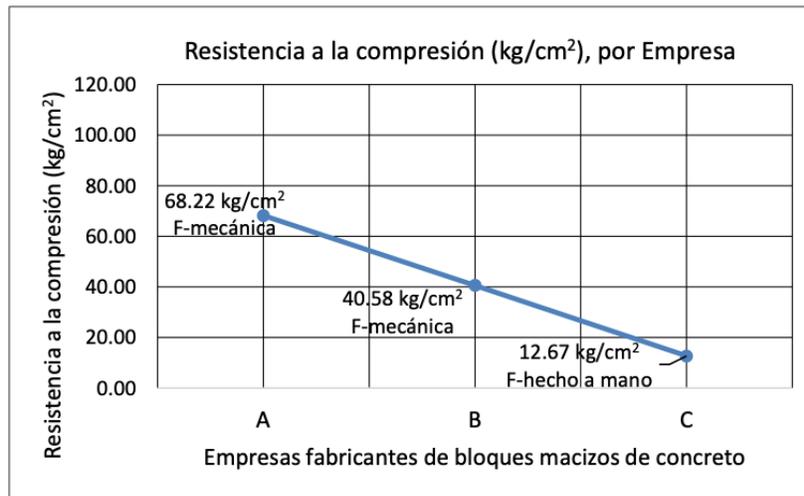


Gráfico 4. Resistencia media individual a la compresión de bloques macizos por Empresa.
 Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las características geométricas de las piezas de bloque hueco de concreto fabricadas por las Empresas A, B y C (dimensiones), así como el área neta de las mismas ($75\% > \text{Área neta} > 50\%$), cumplen con los valores establecidos en la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012, para mampostería. En el caso de los bloques macizos de concreto, solamente los fabricados por las Empresas A y C cumplen con todas las dimensiones señaladas, ya que las piezas fabricadas por la Empresa B, en promedio registraron 11.66 cm de ancho, que se encuentra por debajo del valor indicado en la norma (12 cm ± 2 mm) (ver tablas 2 y 4).

En relación a la resistencia mínima individual a la compresión para piezas de bloques huecos de concreto, la norma establece 70 kg/cm² (NMX-C-404-ONNCCE, 2012). Al respecto, solo 2 de las piezas fabricadas por la Empresa A: a-1 y a-5, obtuvieron valores de 71.93 kg/cm² y 70.34 kg/cm²

respectivamente, por encima de lo indicado en la norma; sin embargo, en el caso de la resistencia media, como se observa en el gráfico 2, ninguna de las Empresas fabricantes de las piezas cumplen con los valores establecidos en la norma de 90 kg/cm^2 (ver tabla 1). Cabe mencionar que la Empresa C, cuyas piezas de bloque hueco de concreto están hechas a mano, la resistencia media a la compresión obtenida fue de 13.44 kg/cm^2 , extremadamente por debajo de 90 kg/cm^2 establecido en la norma.

Por otra parte, los resultados obtenidos de los análisis de las resistencias a la compresión de las piezas de bloque macizo de concreto, fabricadas por las Empresas A, B y C no cumplen con la norma, toda vez que la resistencia mínima individual y la resistencia media, se encuentran excesivamente por debajo de los valores establecidos (120 kg/cm^2 de resistencia mínima individual y 150 kg/cm^2 de resistencia media a la compresión; NMX-C-404-ONNCCE, 2012). El gráfico 4, muestra que la resistencia media a la compresión de la Empresa A, de 68.22 kg/cm^2 , está 2.2 veces su valor por debajo del indicado en la norma; la Empresa B, con 40.58 kg/cm^2 , registra 3.7 veces por debajo; y la Empresa C que produce bloques de concreto macizo hechos a mano, con 12.67 kg/cm^2 de resistencia media, se encuentra casi a 12 veces su valor por debajo de la norma.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, demuestran que tanto la resistencia mínima individual como la resistencia media a la compresión de las piezas de bloque de concreto, hueco o macizo, fabricados en las Empresas A, B y C, no cumplen con las especificaciones establecidas en las normas mexicanas referidas a estructuras de mampostería (NTC, 2017 y NMX-C-404-ONNCCE, 2012). Específicamente, las piezas de bloque hueco de concreto, fabricadas mecánicamente en Empresa A, solamente 2 de las 5 piezas ensayadas, registraron una resistencia superior a 70 kg/cm^2 , que corresponde a la resistencia mínima individual establecida por la norma; sin embargo, la resistencia media a la compresión obtenida de 67.90 kg/cm^2 , se encuentra por abajo del valor indicado en la norma, de 90 kg/cm^2 ; asimismo, los resultados de los ensayos de las piezas de bloque de concreto macizo, indican que ninguna de las piezas obtuvo la resistencia mínima individual a la compresión de 120 kg/cm^2 , ya que el valor más alto registrado fue de 73 kg/cm^2 y, por consiguiente, la resistencia media a la compresión establecida en la norma (150 kg/cm^2), está por encima del valor promedio alcanzado (68.22 kg/cm^2).

Por su parte, las piezas elaboradas por la Empresa C, hechas a mano, los bloques huecos de concreto registraron una resistencia media a la compresión de 13.44 kg/cm^2 y los bloques macizos de 12.67 kg/cm^2 , que en comparación

con lo establecido en la norma (90 kg/cm² de resistencia media a la compresión para bloques de concreto hueco y 150 kg/cm² de resistencia media a la compresión para bloques de concreto macizo; NMX-C-404-ONNCCE, 2012), los resultados obtenidos demuestran que, en extremo, están por debajo de los valores establecidos en la norma.

La falta de información solicitada a las empresas fabricantes de bloques de concreto, referente a la naturaleza y características de los áridos, así como la dosificación de los materiales utilizados, imposibilitó, por un lado, la realización de ensayos granulométricos, el análisis de las propiedades físicas de los áridos naturales, entre otros, con el objetivo de identificar la causalidad de la baja resistencia a la compresión de las piezas de bloques y; por otro lado, la realización de diversos ensayos para determinar la óptima proporción del cemento, de acuerdo con los materiales empleados y con ello, obtener la resistencia a la compresión adecuada y hacer recomendación que garanticen el cumplimiento de las normas técnicas para la construcción de estructuras de mampostería en viviendas u otro tipo de edificación (NTC, 2017 y NMX-C-404-ONNCCE, 2012).

En conclusión, el estudio presentado advierte la necesidad urgente de controlar la calidad técnica de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto que fabrican las empresas proveedoras de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Sin duda, la mejora en la calidad estructural de las piezas de bloques de concreto contribuirá en la reducción de la vulnerabilidad de las viviendas de las familias de bajos ingresos del estado de Chiapas, que se localizan en una zona de alta actividad de movimientos telúricos, de acuerdo con la regionalización sísmica del país (MOC-CFE, 2008).

REFERENCIAS

- Comisión Federal de Electricidad [CFE]** (2008). *Manual de diseño de obras civiles de Comisión Federal de Electricidad. Diseño por sismo* (pp. 4-53). México: Instituto de Investigaciones Eléctricas. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/52197523/CFE-Sismo-08#scribd>
- NMX-C-036-ONNCCE** (2004, julio 27). Norma Mexicana de la Industria de la Construcción de bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines, Resistencia a la compresión y Método de prueba (pp. 1-6). *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C.*, México.
- NMX-C-404-ONNCCE** (2012, diciembre 13). Norma Mexicana de la Industria de la Construcción para Mampostería de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural, Especificaciones y Métodos de ensayo (pp. 1-16). *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación S. C.*, México.
- NTC** (2017, diciembre 15). Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (pp. 614-688). *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*. México: Gobierno de la Ciudad de México.