



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

métodos &
materiales

Publicación Anual • Volumen 5 • Núm 1 • Diciembre 2015 • ISSN impreso: 2215-342X
ISSN electrónico: 2215-4558

Resistencia de bloques y prismas de mampostería de concreto en Costa Rica

RESISTANCE OF CONCRETE MASONRY UNITS AND PRISMS IN COSTA RICA

Andrés Abarca Jiménez M.Sc.

Investigador LanammeUCR
LanammeUCR, Costa Rica
andres.abarcajimenez@ucr.ac.cr




Guillermo González Beltrán Ph.D.

Coordinador Laboratorios
LanammeUCR, Costa Rica,
guillermo.gonzalez@ucr.ac.cr

Fecha de recepción: 8 de febrero de 2017 / **Fecha de aprobación:** 26 de abril de 2017

Índices y Bases de Datos:

latindex 

-  revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales
-  lanamme.ucr.ac.cr
-  metodosymateriales.lanamme@ucr.ac.cr

Políticas de Uso:



Revista Métodos y Materiales por LanammeUCR se distribuye bajo:
Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0
Internacional. ISSN impreso: 2215-342X. ISSN electrónico: 2215-4558

Resistencia de bloques y prismas de mampostería de concreto en Costa Rica

RESISTANCE OF CONCRETE MASONRY UNITS AND PRISMS IN COSTA RICA

Andrés Abarca Jiménez M.Sc.

Investigador LanammeUCR
LanammeUCR, Costa Rica
andres.abarcajimenez@ucr.ac.cr

Guillermo González Beltrán Ph.D.

Coordinador Laboratorios
LanammeUCR, Costa Rica,
guillermo.gonzalez@ucr.ac.cr

Fecha de recepción: 8 de febrero de 2017 / **Fecha de aprobación:** 26 de abril de 2017

RESUMEN

La resistencia de sistemas de mampostería depende en gran medida de la resistencia de los bloques que la componen, por lo tanto, a este parámetro se le ha brindado una gran importancia en la normativa de diseño de mampostería a nivel mundial. En Costa Rica, el Código Sísmico regula el diseño y construcción con mampostería, y clasifica los bloques en tres clases: A, B y C, siendo la Clase A el de mayor resistencia requerida.

En la presente investigación se analizan resultados experimentales de pruebas de compresión de 1320 especímenes de bloques de concreto y 386 prismas de mampostería obtenidas de la base de datos del LanammeUCR para examinar su resistencia y cumplimiento con respecto a la normativa costarricense vigente. Se determina que el mercado de producción de bloques ha evolucionado desde la implementación de la normativa vigente y que poco más del 90% de los bloques producidos en el país actualmente cumplen con la clasificación de Clase A indicada en el CSCR-2010. Adicionalmente se determina que aproximadamente el 90% de los prismas de mampostería elaborados a partir de bloques de mampostería producidos en el país, presentan una resistencia a la compresión medida sobre el área neta superior a los 10 MPa.

PALABRAS CLAVE: mampostería, bloques, bloques de concreto, prismas, resistencia a la compresión

ABSTRACT

The strength of masonry structural systems depends largely on the strength of the masonry concrete units used in its construction, therefore, this parameter is often given a great deal of attention in code regulations for masonry construction all over the world. In Costa Rica, the Seismic Code regulates the design and construction of masonry systems and classifies CMU's in three classes: A, B and C, with the Class A CMU being the one with higher resistance.

In this research, experimental results of compression tests performed to 1320 concrete masonry units and 386 masonry prisms, obtained from the historic database of LanammeUCR, are analyzed to examine their resistance and compliance with current local regulations. It is determined that the local CMU production industry has evolved since the implementation of current regulations and that a little over 90% of all CMU's currently produced in the country comply with the Class A classification indicated in the 2010 version of the national seismic code. Furthermore, it is determined that approximately 90% of all masonry prisms constructed from locally produced CMU's present a compression resistance measured over the net area of over 10 MPa.

KEYWORDS: masonry, masonry units, masonry blocks, CMU, masonry prisms, compression strength

1. INTRODUCCIÓN

La mampostería es un material compuesto donde la resistencia del conjunto depende en parte de la resistencia individual de cada uno de sus componentes. En términos de diseño, es de suma importancia estandarizar las resistencias de los materiales individuales, con el fin de que el diseñador pueda asegurar que el conjunto posea una resistencia mínima, la cual es un insumo para sus cálculos.

En el caso de la mampostería con bloques de concreto, se ha determinado a través de investigaciones (Navas, 1999) que la resistencia del bloque es el parámetro más influyente en la resistencia de elementos de mampostería, y por lo tanto, a nivel mundial se le da particular importancia a la estandarización y control de la calidad de estos elementos.

Anteriormente en Costa Rica, este control se llevaba a cabo a través del Decreto N°6293 del Ministerio de Economía Industria y Comercio de 1976, donde se establecían requisitos mínimos de resistencia para los bloques de concreto basados en el área bruta, estableciendo dos clases de bloques con límites muy similares a las normas internacionales disponibles en la época de su implementación (Lang y Thompson, 2014). Sin embargo, esta normativa fue perdiendo su vigencia gradualmente hasta quedar obsoleta ante la publicación de la versión del 2002 del Código Sísmico de Costa Rica, donde se incluye una nueva clasificación de bloques la cual se ha mantenido hasta hoy, y que se refleja desde el 2007 en la norma técnica INTE 06-03-01-07 (INTECO, 2007).

La normativa vigente costarricense, plasmada en el Anexo A del CSCR-2010 Código Sísmico de Costa Rica en su versión del 2010 (CFIA, 2010), clasifica los bloques de mampostería de concreto en tres tipos: A, B y C; los cuales poseen diferentes requisitos mínimos en términos de resistencia a la compresión. En esta normativa, se incentiva el uso de bloques Clase A y se restringe el uso de bloques Clase B y C para proyectos menores.

Esta clasificación surge principalmente de una investigación de las propiedades mecánicas de la mampostería (Navas, 1999), donde se detectó que la producción nacional de bloques típicamente se podía clasificar en estas tres categorías dependiendo del nivel de industrialización del productor.

Desde la implementación de esta clasificación en el 2002, el mercado ha evolucionado y la mayoría de productores han decidido mejorar sus procesos para producir únicamente bloques Clase A, pero no se ha evaluado si la totalidad del mercado ha adoptado esta práctica.

2. IMPORTANCIA

La presente investigación surge a partir de la iniciativa de la Comisión de Mampostería del Código Sísmico de Costa Rica de evaluar las condiciones actuales de la producción nacional de bloques de concreto para mampostería y la resistencia que resulta en prismas de mampostería contruidos con estos bloques.

Con esta información se pretende validar el cumplimiento en el mercado de las regulaciones del CSCR-2010, y además, obtener información que permita actualizar tales regulaciones y semejarlas a normativas internacionales como la ASTM C90 (ASTM, 2016), que utilizan únicamente un tipo de bloque, con la finalidad de simplificar y brindar mayor claridad a futuras versiones del código.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

La información experimental utilizada en la presente investigación se extrae de la base de datos del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), el cual posee un registro histórico de pruebas de bloques realizadas según la norma de ensayo ASTM C140 (ASTM, 2016) y de prismas de mampostería según la norma ASTM C1314 (ASTM, 2016).

Ambas pruebas mencionadas involucran la preparación y falla de bloques o prismas de mampostería a compresión simple en una máquina universal como se muestra en la Figura 1, posterior a lo cual se relaciona la carga última de falla con el área sobre la cual se distribuye la carga para reportar el esfuerzo de falla, el cual es el parámetro de resistencia en la que se basa la presente investigación.



Figura 1. Ejemplo de ensayo de compresión realizado a prisma de mampostería según la norma ASTM C1314 realizado en el LanammeUCR.

Cabe resaltar que el LanammeUCR es el laboratorio de materiales líder en el país y se encuentra acreditado con la norma INTE-ISO/IEC 17025 desde el año 2002.

La muestra analizada en la presente investigación corresponde a la resistencia a la compresión medida sobre el área neta de 1320 bloques de concreto y 386 prismas de mampostería. Los prismas analizados son conformados con bloques de diversas dimensiones por lo que la resistencia reportada ha sido corregida según lo indicado en la norma ASTM C1314 (ASTM, 2016) para considerar efectos de esbeltez.

Toda la información de la procedencia de los especímenes fue eliminada previo al análisis, con el fin de mantener la confidencialidad de los clientes que solicitaron los ensayos.

4. RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados encontrados a partir del procesamiento de las bases de datos mencionadas anteriormente.

4.1. Resistencia de bloques de concreto

La Tabla 1, muestra un resumen de la información contenida en la base de datos en relación a la resistencia a la compresión medida sobre el área neta de bloques de concreto.

Tabla 1. Resumen de la base de datos de resistencia de bloques de concreto				
Año	Cantidad de Muestras	Resistencia Promedio (MPa)	Mínimo (MPa)	Máximo (MPa)
2010	264	14.1	4.0	24.0
2011	238	15.9	8.5	26.2
2012	109	16.3	6.9	25.3
2013	171	16.6	4.4	28.4
2014	137	17.7	10.1	26.3
2015	236	16.5	6.5	25.4
2016	165	14.8	6.4	23.5
Total	1320	15.8	4.0	28.4

Además, con el fin de evaluar la dispersión de los datos, la Figura 2 muestra un histograma de la totalidad de los especímenes.

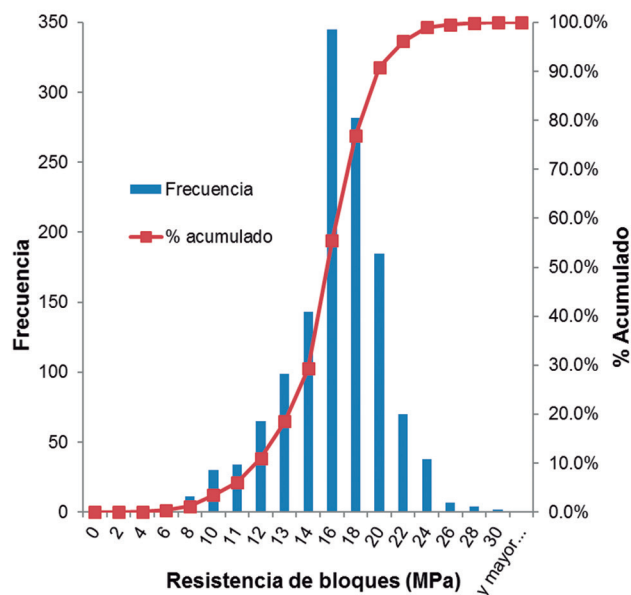


Figura 2. Histograma de valores de resistencia de bloques para la base de datos completa.

4.2. Resistencia de prismas de mampostería

La Tabla 2 muestra un resumen de la información de la base de datos en relación con la resistencia a la compresión medida sobre el área neta de prismas de mampostería.

Como se menciona anteriormente, los prismas considerados poseen diferentes dimensiones y el valor de resistencia reportado y utilizado en la presente investigación se ha corregido para considerar efectos de esbeltez según la norma ASTM C1314 (ASTM, 2016).

Además, cabe resaltar que la base de datos incluye prismas con y sin relleno, y conformados con diferentes tipos de mortero de pega. La presente investigación integra todos los datos sin considerar estos parámetros.

Tabla 2. Resumen de la base de datos de resistencia de prismas de mampostería				
Año	Cantidad de Muestras	Resistencia Promedio (MPa)	Mínimo (MPa)	Máximo (MPa)
2008	209	13.1	8.5	20.0
2010	15	14.9	11.9	20.6

Tabla 2. Resumen de la base de datos de resistencia de prismas de mampostería

Año	Cantidad de Muestras	Resistencia Promedio (MPa)	Mínimo (MPa)	Máximo (MPa)
2011	89	12.5	7.8	18.4
2012	5	13.3	11.3	14.9
2013	12	14.3	7.7	21.7
2014	20	13.2	8.5	20.0
2015	36	15.1	8.8	28.5
Total	386	13.8	7.7	28.5

Además, al igual que con los datos de resistencia de bloques, la Figura 3 muestra un histograma de la totalidad de los especímenes de prismas considerados.

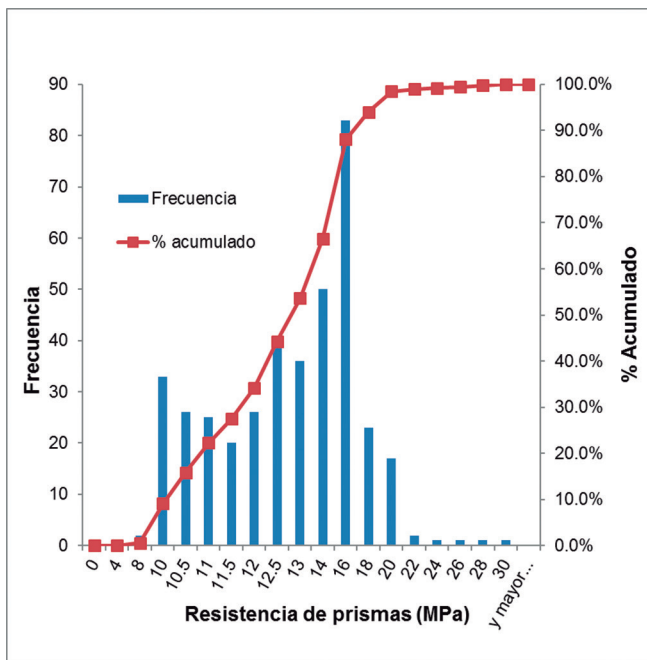


Figura 3. Histograma de valores de resistencia de prismas de mampostería.

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En términos de la resistencia de bloques de concreto, la normativa vigente clasifica los mismos en tres tipos, los cuales deben cumplir con los requisitos mínimos que se indican en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de bloques de concreto por resistencia según el CSCR-2010

Clase	Resistencia mínima (MPa)	
	Promedio	Individual
A	13.0	11.8
B	8.8	7.8
C	7.4	6.9

Bajo este esquema de clasificación, se puede observar en la Tabla 1 y de manera gráfica en la Figura 4, que cada una de las resistencias promedio anuales de bloques se encuentran por encima del límite de 13.0 MPa establecido para los bloques Clase A indicados en el CSCR-2010.

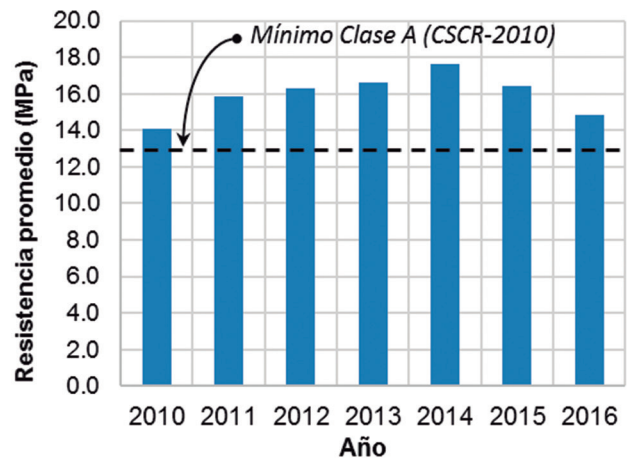


Figura 4. Promedios anuales de resistencia a la compresión de bloques de concreto.

Además, a partir de la información del histograma que se muestra en la Figura 2, se puede observar de la línea de porcentaje acumulado, que un valor aproximado del 10% de la totalidad de los datos se encuentra por debajo de una resistencia de 12 MPa.

A partir de esta información, se puede indicar que aproximadamente el 90% de la totalidad de la base de datos de resistencia de bloques cumple con la clasificación de Clase A del CSCR-2010, dado que cumple con ambos criterios de resistencia mínima promedio y resistencia mínima individual.

En términos de la resistencia a la compresión de prismas de mampostería, la normativa vigente no establece un requisito mínimo, sino más bien ofrece la posibilidad de utilizar los

valores indicados en la Tabla 4 como insumo en los cálculos de diseño siempre y cuando se utilicen materiales y procesos constructivos acordes con la clasificación indicada.

Clase	Resistencia a la compresión, f'_m (MPa)
A	9.8
B	6.9
C	5.9

En este caso, al igual que con los bloques, se observa que todas las resistencias anuales promedio se encuentran por encima de la resistencia recomendada por el CSCR-2010 para mampostería Clase A.

Sin embargo, al evaluar la distribución de los datos a través de la información del histograma mostrado en la Figura 3, se observa que existe aproximadamente un 10% de la totalidad de las muestras que se encuentra por debajo de los 10 MPa.

A partir de esta información se puede indicar que aproximadamente el 90% de la totalidad de la base de datos de prismas de mampostería posee una resistencia igual o superior a la recomendada por el CSCR-2010 para mampostería Clase A.

6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados observados en la presente investigación, se concluye que el mercado nacional de producción de bloques de concreto ha evolucionado desde la implementación de la normativa vigente y que actualmente la gran mayoría de los productores de estos materiales se dedican exclusivamente a la elaboración de bloques Clase A según la clasificación del CSCR-2010.

Además, se concluye que la utilización de materiales utilizados en el ámbito nacional, en conjunto con la mano de obra disponible en el mercado, genera en la mayoría de los casos (aproximadamente 90%) mampostería con valores de resistencia a la compresión superiores a los 10 MPa.

Se debe extender la presente investigación para evaluar el efecto de más parámetros en la construcción de prismas de mampostería con el fin de cuantificar el efecto del uso de múltiples tipos de bloques, morteros de pega, concretos de relleno y mano de obra en la resistencia a la compresión de la mampostería.

7. AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer al LanammeUCR por permitir el uso de su base de datos para llevar a cabo la presente investigación, así como a los asistentes del departamento de Investigación de Laboratorios por su ayuda en la compilación de los datos.

8. REFERENCIAS

- American Society for Testing Materials (2016). ASTM C 90-16 *Standard Specification for Loadbearing Concrete Masonry Units*. West Conshohocken, PA;: ASTM International
- American Society for Testing Materials (2016). ASTM C1314-16 *Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms*. West Conshohocken, PA: ASTM International
- American Society for Testing Materials (2016). ASTM C140/ C140M-16. *Standard Test Method for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units*. West Conshohocken, PA: ASTM International
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (CFIA). (2011). *Código Sísmico de Costa Rica 2010*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Decreto N° 6293-MEIC. *Norma oficial para elementos de mampostería hueca de concreto (bloques)*. Diario Oficial La Gaceta N°180. San José, Costa Rica. 21 de Setiembre de 1976
- Lang, Nicholas R. and Thompson, Jason J.(2014). *Recent Changes to ASTM Specification C90 and Impact on Concrete Masonry Unit Technology*, Masonry 2014, STP 1577, Michael J. Tate, Ed., pp. 123–137, ASTM, West Conshohocken, PA.
- Navas, A.(1999). *Propiedades Mecánicas de la Mampostería de Concreto* (Tesis de Maestría). Universidad de Costa Rica.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2007) INTE 06-03-01-07. *Elementos de mampostería hueca de concreto (bloques de concreto) para uso estructural*. San José, Costa Rica: INTECO.