

ANÁLISIS CORRELACIONAL EN BLOQUES DE CONCRETO MACIZO DE 12X14X40 DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE Y PESO VOLUMÉTRICO EN TRES SITIOS DE FABRICACIÓN DEL MUNICIPIO DE TEZONTEPEC DE ALDAMA HIDALGO.

CORRELATIONAL ANALYSIS OF SOLID CONCRETE BLOCKS MEASURING 12X14X40 IN SIMPLE COMPRESSION STRENGTH AND BULK DENSITY AT THREE MANUFACTURING SITES IN THE MUNICIPALITY OF TEZONTEPEC DE ALDAMA, HIDALGO.

Pérez-Encarnación, Roberto I.^{1*}, Flores-Lozano, Eunise S.² y González-Fuentes, Héctor M³

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, División de Arquitectura. Mixquiahuala, México, 42700. riperez@itsoeh.edu.mx*

RESUMEN. El trabajo de investigación presentado aborda el análisis comparativo de bloques de concreto macizo de 12x14x40 centímetros con las propiedades de resistencia a la compresión simple y su peso volumétrico con referencia en su normativa del ONNCCE, el caso de estudio incluyó tres sitios de fabricación del municipio de Tezontepec de Aldama en el Estado de Hidalgo, México. El proceso metodológico fue de tipo experimental en laboratorio, ensayando especímenes de block a compresión simple, obteniendo su peso y volumen, los resultados obtenidos demuestran que, a mayor peso volumétrico del bloque, mayor resistencia a la compresión simple, por lo que el peso puede ser considerado como un indicador del grado de calidad.

Palabras clave: Bloque de concreto, compresión y peso volumétrico.

ABSTRACT. The research work presented addresses the comparative analysis of solid concrete blocks measuring 12x14x40 centimeters in terms of their properties of simple compression strength and bulk density, with reference to their regulations of ONNCCE. The case study included three manufacturing sites in the municipality of Tezontepec de Aldama in the state of Hidalgo, Mexico. The methodological process was experimental in the laboratory, testing block specimens under simple compression, obtaining their weight and volume and the results obtained demonstrate that, with higher bulk density of the block, there is greater simple compression strength, indicating that weight can be considered an indicator of quality level.

Key words: Concrete block, compression and volumetric weight

INTRODUCCIÓN

La construcción de viviendas es un proceso crucial para el desarrollo de comunidades sostenibles, y la calidad de los materiales utilizados tiene un impacto significativo en la durabilidad y seguridad de las estructuras¹. En particular, los bloques de concreto macizo, que son ampliamente utilizados en la construcción, deben cumplir con criterios específicos de resistencia para garantizar su eficacia estructural.

Este estudio se enfoca en analizar la relación entre la resistencia a la compresión y el peso volumétrico de bloques de concreto macizo con dimensiones de 12x14x40 centímetros, específicamente en el contexto del municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, México.

La resistencia a la compresión es una propiedad esencial que determina la capacidad de un material para soportar cargas sin fallar. Además, el peso volumétrico es un indicador de la

densidad y compactación del concreto, lo que puede influir directamente en su rendimiento estructural². A pesar de la importancia de estas características, existe una falta de información empírica que relacione de manera directa el peso volumétrico con la resistencia a la compresión en bloques de concreto de diferentes calidades.

El objetivo principal de este estudio es llevar a cabo un análisis experimental que evalúe la correlación entre la variación del peso volumétrico de los bloques de concreto y su resistencia a la compresión, teniendo en cuenta diferentes calidades de bloque según la percepción del consumidor. Esta investigación, realizada en el municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, tiene como finalidad proporcionar datos que relacionen la resistencia a la compresión con el peso volumétrico de bloques de concreto de diversas calidades.

El propósito de este estudio es contribuir a la reducción de daños estructurales en muros de mampostería, lo cual es fundamental para mejorar la seguridad y durabilidad de las edificaciones en la región. Para lograr este objetivo, se llevará a cabo un muestreo sistemático de bloques de distintas calidades, clasificados como baja, media y alta. Este enfoque permitirá determinar si la percepción de calidad por parte de los consumidores se alinea con las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, proporcionando así información valiosa para la selección adecuada de bloques de concreto en la construcción³.

La relación entre la resistencia a la compresión y el peso volumétrico de los bloques de concreto es un tema crítico en la ingeniería civil, ya que influye directamente en la seguridad y durabilidad de las estructuras. Varios estudios han abordado esta relación desde diferentes perspectivas.

Un estudio específico examina cómo la resistencia a la compresión de un concreto con

una resistencia característica de 210 kg/cm² varía al reemplazar parte del agregado grueso por arcilla expandida. Los hallazgos indican que, a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo, el peso unitario del concreto disminuye, lo que a su vez impacta negativamente en la resistencia a la compresión. Este fenómeno sugiere una dependencia directa entre la reducción del peso volumétrico y la disminución de la resistencia estructural del concreto, según Castro Torres⁴.

En una investigación centrada en la calidad de los bloques de concreto en el Valle de México, se destaca que la resistencia a la compresión puede variar significativamente según el peso volumétrico y la calidad de los materiales empleados en su fabricación. Este estudio revela que los bloques de menor calidad suelen presentar mayor porosidad, lo que resulta en una resistencia inferior. La porosidad se asocia con una estructura menos densa, lo que afecta negativamente las propiedades mecánicas del material según Tena⁵.

Además, otro análisis sobre las propiedades mecánicas de los bloques de concreto establece una correlación positiva entre el peso volumétrico y la resistencia a la compresión. Los bloques que poseen un mayor peso volumétrico tienden a exhibir una mayor resistencia, lo que sugiere que el peso volumétrico podría ser un indicador fiable de la calidad del bloque. Esta relación implica que aumentar el peso volumétrico mediante el uso de materiales de mayor calidad podría resultar en bloques más resistentes y duraderos según Tena⁵.

La presente investigación sobre bloques de concreto se fundamenta en un marco normativo que establece los estándares de calidad y procedimientos para la fabricación y evaluación de estos materiales en la construcción. Este marco es esencial para garantizar que los bloques de concreto cumplen con los requisitos

necesarios para su uso en estructuras, asegurando así la seguridad y durabilidad de las obras construidas.

Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías, según el documento del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), se especifican los criterios para la granulometría de materiales utilizados en terracerías, lo cual es esencial para garantizar la estabilidad y resistencia de las estructuras construidas con concreto. Esta normativa establece lineamientos sobre la distribución de tamaños de partículas, que impactan directamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. La granulometría adecuada permite optimizar la mezcla del concreto, mejorando su trabajabilidad y resistencia final (Instituto Mexicano del Transporte).

Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, la normativa "Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, Suelos y Materiales para Terracerías"⁶ proporciona procedimientos estandarizados para la recolección y análisis de muestras de materiales. Este documento aborda los límites de consistencia, que son cruciales para la evaluación de la plasticidad y trabajabilidad del concreto. La implementación de estos métodos asegura que los bloques de concretos fabricados cumplan con las especificaciones requeridas para su uso estructural. Además, el cumplimiento de estos procedimientos de muestreo garantiza la representatividad de las muestras, lo que es fundamental para obtener resultados confiables en las pruebas de resistencia y durabilidad⁶.

Especificaciones y Métodos de Ensayo para Mampostería, la norma emitida por la Organización Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE) en 2012 es fundamental para la industria de la construcción, ya que proporciona especificaciones y métodos de ensayo para

bloques, tabiques y ladrillos destinados a usos estructurales. Esta normativa asegura que los productos fabricados cumplan con los requerimientos de resistencia y durabilidad necesarios para su aplicación en obras. La norma detalla las propiedades mecánicas que deben cumplir los bloques de concreto, así como los métodos de ensayo para verificar estas características, garantizando así la calidad y seguridad de los materiales utilizados en la construcción¹.

Normas de Diseño Estructural, adicionalmente, es importante considerar las normas de diseño estructural que regulan la aplicación de bloques de concreto en la construcción. Estas normas establecen los criterios de diseño que deben seguirse para asegurar la integridad de las estructuras, considerando factores como cargas, resistencia a compresión y comportamiento ante eventos sísmicos. La observancia de estas normativas es crucial para la prevención de fallas estructurales y la optimización del uso de materiales⁶.

Normativa Ambiental

Por último, la producción y uso de bloques de concreto también deben alinearse con las normativas ambientales vigentes que regulan la sostenibilidad de los materiales de construcción. Estas regulaciones buscan minimizar el impacto ambiental de la producción de concreto, promoviendo el uso de materiales reciclados y técnicas que reduzcan la huella de carbono en las obras de construcción³.

METODOLOGÍA

En este estudio, se llevó a cabo una metodología experimental para analizar la compensación entre la resistencia a la compresión y el peso volumétrico de bloques de concreto macizo con dimensiones de 12x14x40 centímetros. A

continuación, se detallan los pasos seguidos en el proceso de investigación:

Selección de muestras: Se adquirieron muestras representativas de bloques de concreto provenientes de tres proveedores de materiales de construcción en el Municipio de Tezontepec de Aldama, Estado de Hidalgo México. La selección de los proveedores se basó en la percepción de los consumidores en cuanto a la calidad de los materiales. Se obtuvieron muestras de bloques de concreto de baja, media y alta calidad.

Procedimiento experimental: En el laboratorio, se realizaron ensayos de compresión simples a cuatro especímenes de cada nivel de calidad. Los bloques fueron debidamente identificados y preparados para las pruebas. Se sometieron los especímenes a una prueba de compresión simple en una prensa, aplicando una carga a velocidad constante y controlada. Para determinar el peso volumétrico de cada espécimen, se midió su masa en kilogramos y su volumen en centímetros cúbicos. Estas mediciones permitieron calcular el peso volumétrico en kg/cm^3 . El peso volumétrico es una medida relevante para evaluar la densidad y compactación de los bloques de concreto.

La determinación del peso volumétrico del espécimen se realizó utilizando la ecuación 1:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ Ec. 1}$$

Donde;

$$\rho = \text{Es el peso volumetrico en } \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$m = \text{Es la masa del espécimen en kg}$

$V = \text{Es el volúmen del espécimen en cm}^3$

Este cálculo es fundamental, ya que el peso volumétrico proporciona información crucial

sobre la densidad del material, lo cual está relacionado con sus propiedades mecánicas y su comportamiento en aplicaciones estructurales.

Para evaluar la resistencia de los especímenes, se empleó una prensa de compresión simple, siguiendo la ecuación 2:

$$\tau = \frac{P}{A} \text{ Ec. 2}$$

Donde;

$$\tau = \text{Es el esfuerzo en } \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

P

$= \text{Es la carga soportada por el espécimen en kg}$

$A = \text{Es el area en el que actua la carga en cm}^2$

Es importante destacar que la carga P se determina directamente en el momento de fallo del espécimen, registrando la lectura de compresión simple en kilogramos. Este método permite cuantificar la capacidad del material para soportar cargas antes de alcanzar su límite de resistencia, proporcionando así datos esenciales para la evaluación del rendimiento estructural de los bloques de concreto.

La recolección precisa de estas mediciones es vital para garantizar la validez de los resultados obtenidos. La combinación del peso volumétrico y la resistencia a la compresión permite una caracterización completa del material, lo que a su vez puede influir en el diseño y las especificaciones de los bloques de concreto utilizados en la construcción. Estos parámetros son cruciales para asegurar la seguridad y durabilidad de las estructuras.

Análisis correlacional: Se desarrolló una relación entre la resistencia a la compresión y el peso volumétrico promedio de las muestras de cada nivel de calidad. Esta relación se representó mediante un gráfico, donde se graficó la

resistencia a la compresión en el eje de las abscisas y el peso volumétrico en el eje de las ordenadas.

Las imágenes 1 y 2 muestra una comparación entre el peso volumétrico y la resistencia a la compresión simple de cada espécimen en las distintas calidades evaluadas.

Rigor científico: Durante todo el proceso, se siguieron los principios de la metodología científica para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. Se implementarán medidas de control para minimizar cualquier sesión o interferencia. Además, se realizaron análisis estadísticos para evaluar la significancia de las relaciones observadas.

Con la implementación de esta metodología experimental, se obtuvieron resultados precisos y confiables sobre la compensación entre la resistencia a la compresión y el peso volumétrico de los bloques de concreto. Estos hallazgos pueden ser de gran utilidad en la industria de la construcción, proporcionando información valiosa para la selección y evaluación de materiales adecuados, en función de las necesidades y expectativas de los consumidores.



Imagen 1. Muestras de block de concreto macizo de baja calidad.



Imagen 2. Muestras de block de concreto macizo de mediana calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las derivaciones obtenidas indicaron que los bloques con mayor peso volumétrico presentaron una mayor resistencia a la compresión simple. Sin embargo, se encontró que la percepción del consumidor en términos de calidad (baja, media y alta) fue errónea al realizar un muestreo comparativo en tres casas de materiales. El bloque que se demostró de alta calidad resultó ser de baja calidad, el bloque de baja calidad resultó ser de calidad media y el bloque de calidad media fue considerado de alta calidad.

En la imagen 4, se presenta el ensayo de compresión simple realizado en un bloque de concreto de baja calidad, el cual exhibió una resistencia promedio de 44.84 kg/cm². Este valor es significativamente inferior al mínimo establecido por la norma de la Organización Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación¹, que exige una resistencia mínima de 120 kg/cm² para bloques macizos.

Es relevante señalar que el patrón de falla observado durante la prueba se produjo en un ángulo de 45°. Según la teoría de la mecánica de materiales, esta inclinación sugiere que la falla fue ocasionada por esfuerzos cortantes. Este tipo de fallo indica una deficiencia en la ductilidad del

material, lo que significa que el bloque de concreto no es capaz de deformarse adecuadamente antes de fracturarse. La falta de ductilidad puede ser atribuida a una mezcla inadecuada de los componentes del concreto o a la calidad deficiente de los materiales utilizados en su fabricación. Esto resalta la importancia de cumplir con las especificaciones normativas y de realizar un control de calidad riguroso en la producción de bloques de concreto, ya que una resistencia insuficiente puede comprometer la integridad estructural de las edificaciones en las que se utilicen.

Un hallazgo importante fue que, al aplicar la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012, los bloques de concreto no cumplían con las resistencias mínimas de 120 kg/cm² para piezas macizas. Curiosamente, el bloque que fue percibido por los consumidores como de calidad media registró una resistencia promedio más alta, como puede verse en la imagen 3, en donde se correlaciona la resistencia a la compresión simple contra peso volumétrico.

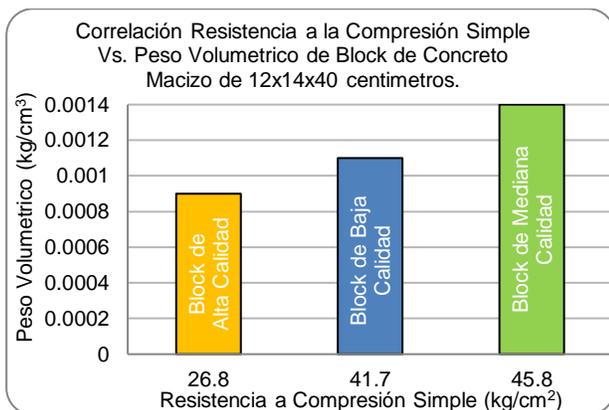


Imagen 3. Muestras de block de concreto macizo de mediana calidad.



Imagen 4. Muestras de block de concreto macizo de baja calidad en ensayo de compresión simple

CONCLUSIONES

La ausencia de estudios previos sugiere la necesidad de investigar más a fondo las técnicas actuales y los métodos de producción utilizados en la industria de la construcción. Esta investigación podría contribuir significativamente a mejorar la calidad de los bloques de concreto, abordando aspectos críticos como la composición de las mezclas, los métodos de curado y la implementación de controles de calidad más rigurosos. Además, al enfocarse en la optimización de estos procesos, se podría no solo elevar la resistencia y durabilidad de los bloques, sino también reducir costos y minimizar el impacto ambiental asociado a su producción.

Este vacío en la literatura científica indica la urgencia de desarrollar investigaciones que analicen y propongan mejoras en la fabricación de bloques de concreto. Al hacerlo, se fomentará la innovación en el sector de la construcción en México y se contribuirá a la creación de estructuras más seguras y sostenibles. La implementación de estas mejoras no solo

beneficiará a los fabricantes, sino que también tendrá un impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios finales y en la sostenibilidad del entorno construido.

Como conclusión de este trabajo experimental, se puede afirmar que, a mayor peso del bloque, mayor es su resistencia a la compresión, y viceversa. Este dato puede considerarse una forma práctica y rápida de verificar la calidad de los bloques en el municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. Hasta la fecha, no se han documentado trabajos de investigación similares en este ámbito, lo que representa una clara área de oportunidad para optimizar los procesos de fabricación de bloques de concreto en México.

AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Y/O

Se expresa un sincero agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) por su apoyo incondicional durante el desarrollo de esta investigación. En particular, se reconoce la valiosa colaboración de la División de Arquitectura, que proporcionó las facilidades necesarias para llevar a cabo los ensayos en el laboratorio de suelos y concretos durante el verano de 2023. La disposición del ITSOEH para fomentar la investigación y el desarrollo académico ha sido fundamental para la consecución de los objetivos planteados.

Asimismo, se desea rendir homenaje a los colegas que brindaron su apoyo técnico en este trabajo de investigación. El Arquitecto Héctor Manuel González Fuentes ha sido una fuente de inspiración y orientación, aportando su vasta experiencia en el campo. La Maestra en Administración de la Construcción, Lorena Saray Ángeles Pineda, también merece un reconocimiento especial por su gestión y organización, que facilitaron el acceso a los recursos necesarios para el avance del proyecto.

Además, se agradece a los alumnos de Servicio Social, Luis Alfonso Cerón Ortiz y Brandon Joel Cerón Abraham, por su dedicación y esfuerzo en la realización de las pruebas destructivas a los bloques de concreto. Su compromiso y entusiasmo por participar en este proceso experimental fueron determinantes para obtener resultados precisos y confiables.

Por último, se extiende un agradecimiento a todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron al desarrollo de esta investigación. Cada uno de ellos ha dejado una huella significativa en este trabajo, y su apoyo ha sido crucial para el éxito de este proyecto. Se espera que los hallazgos de esta investigación sirvan como un aporte valioso para futuras iniciativas académicas y que continúen promoviendo un ambiente de colaboración y excelencia en la comunidad académica.

REFERENCIAS

1. S, O. N. (2012). *Industria de la Construcción-Mampostería-Bloques, Tabiques o Ladrillos y Tabicones para uso Estructural-Especificaciones y Métodos de Ensayo*. Ciudad de México: ONNCCE.
2. Guillen Guillen, C. A., Muciño Velez, A., Guerrero Baca, L. F., & Cruz Farrera, F. J. (2021). Optimización del proceso de elaboración de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) mediante el control granulométrico de las partículas del Suelo. *Revista de Investigación de la Universidad De La Salle Bajío*, 28.
3. Terracerías, Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías. *Normatividad, Instituto Mexicano del Transporte (IMT)*, 14.
4. Castro Torres, Y. N. (2023). Variación del peso volumétrico y la resistencia a la compresión de un concreto F'C=210 kg/cm² al reemplazar parte del agregado grueso por arcilla expandida en diferentes porcentajes [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca].
5. Tena, A., Liga, A., Pérez, A., & González, F. (2017). Propuesta de mejora de mezclas para producir piezas de mampostería de concreto empleando materiales comúnmente disponibles en el Valle de México. *Revista ALCONPAT*, 7(1), 1-14
6. (SCT), S. d. (2007). *Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, Suelos y Materiales para Terracerías*,

Limites de Consistencia. Normatividad, Instituto 7. .
Mexicano del Transporte, 09.