



BIOBLOKART «VIDA CON BLOQUETAS DE CARTÓN»

Bioblokart «life with cardboard blocks»

Giampierre Huachohuilca Arizapana¹, Tania Anccasi Anccasi¹, Danilo Felimon Mandujano Chavez¹, Flor Azucena Arela Jurado¹, Nancy Montañez¹

¹ Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental, Junín, Perú

Resumen

Bioblokart es una bloqueta fabricada con una dosificación óptima de agua, cartón y cemento, encontrada a partir de ensayos múltiples de tecnología de concreto; es una mezcla que se comprime en un molde y con fragua de forma natural sin fuego. Con este proceso se presenta una alternativa ecológica que no libera CO₂ en su producción y es más económica, ya que proviene de recursos reusables, como el cartón, elemento que puede conseguirse con mayor facilidad. Además, el uso de Bioblokart reduce el peso del edificio y disminuye la cantidad de acero y concreto, logrando así reducir las dimensiones de los elementos estructurales y generando más espacio en los ambientes y mayor altura entre pisos. Esto aumenta la productividad, disminuye el tiempo de construcción y permite un ahorro económico. Se concluye que Bioblokart es una bloqueta que tiene como finalidad aligerar el peso de los techos hasta en un 30 % con respecto al ladrillo de arcilla convencional. Asimismo, facilita la producción, genera reducción en los costos en el proceso constructivo y reduce los sobredimensionamientos de los elementos estructurales.

Palabras clave: Cartón; biobloqueta; CO₂; ecológico; aligerado.

Abstract

Bioblokart is a block that was manufactured through an optimal dosage of water, cardboard and cement that was found from multiple tests of concrete technology, is a mixture that is compressed in a mold and with a natural shape without fire. With this process an ecological alternative is made that does not release CO₂ in its production and that is more economical since it comes from reusable resources such as cardboard and that can be obtained more easily for its production. It also reduces the weight of the building by decreasing the amount of steel and concrete; managing to reduce the dimensions of the structural elements generating more space in the environments and greater height between floors. Increasing productivity, decreases the construction time which there is an economic savings. Finally, Bioblokart is a block that aims to lighten the weight of roofs, up to 30 % compared to conventional clay brick. It is also facilitates production, generates reduction in costs in the construction process and reduces oversizing of structural elements.

Keywords: Cardboard; BioLockout; CO₂; Ecological; Lightened Five.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción de una edificación consta de los siguientes elementos estructurales: zapatas, columnas, vigas y losas que forman pórticos. Este procedimiento se repite hasta el número de pisos especificados. En el camino de cargas, la losa descansa en la viga y esta reparte las cargas en las columnas; las columnas reparten las cargas hacia las zapatas y estas a su vez reparten las cargas al terreno (1). Tradicionalmente, en el Perú, los edificios están fabricados de concreto y acero, elementos que tienen resistencia a la compresión y tracción respectivamente; con la combinación de estos elementos, conseguimos un material resistente: el concreto armado. Sin embargo, surge un problema, ya que el concreto armado resulta muy pesado y peso aproximado de 2,5 toneladas por m³ (2). Además, actualmente la contaminación ambiental es uno de los problemas más graves a nivel mundial, por ello es necesario crear conciencia en las personas (3).

En las distintas ciudades de Perú, la fabricación de ladrillos artesanales, tejas y otros productos se ha convertido en un problema, ya que genera un impacto ambiental a causa de la emisión de gases tóxicos de los compuestos de los ladrillos (4).

El ladrillo tradicional de arcilla ha dejado de utilizarse en el transcurso de estos últimos años, debido a las deficiencias principales que presenta como su peso, el costo y la contaminación, es por ello que muchos optaron por emplear tecnopor, de manera que podría aligerar más el techo y por un precio módico en comparación con el ladrillo de arcilla (5). El tecnopor empleado como casetón en las losas aligeradas cuenta también con deficiencias, tales como: es altamente inflamable y dificulta el acabado, debido a la falta de adherencia del tecnopor con el cemento (6).

A partir de la evidencia de la problemática mencionada, nace bioblokart, una propuesta ecológica y económica, que reduce el peso de la edificación hasta un 30 %. ¿Qué es bioblokart? Son bloquetas hechas de cartón reciclado con una mínima proporción de cemento y agua, que están diseñadas para reemplazar al ladrillo tradicional de arcilla y hasta al tecnopor (7), materiales que hoy en día son muy empleados en la construcción de losas aligeradas (8).

Es muy importante emplear el sistema Bioblokart en las losas aligeradas, ya que de esa forma se aporta a la sostenibilidad, se aligeran las losas y se disminuye la mano de obra (9). Los objetivos del presente artículo son: 1) Compatibilizar el conocimiento en construcción de bloquetas de cartón reciclado, y 2) promover el uso y modo de empleo de Bioblokart.

II. MARCO TEÓRICO

Según el diario *La República*, entre el 2015 y el 2018, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) registró 55 denuncias por contaminación ambiental en más de cinco distritos de la región Lambayeque, de las cuales 90 ladrilleras estaban implicadas en el aumento del índice de afectación al ecosistema (10).

El cartón es un material formado por muchas capas de papel, que van una sobre otra, y tiene como base la llamada fibra virgen o papel reciclado (11). El cartón es duro, resistente y de mayor grosor en comparación con el papel. Algunos tipos de cartón son empleados para fabricar embalajes, envases y cajas de diversos tipos (12).

El cemento es un material de construcción compuesto de sustancia en polvo que mezclada, en su mayoría, con agua u otra sustancia forma una pasta blanda que se endurece al contacto con el agua o el aire. El cemento



es empleado para rellenar huecos en el sector construcción y también como un componente aglutinante en bloques de hormigón y en argamasas (4).

III. METODOLOGÍA

En la presente investigación, se utilizó el método científico como método general, porque aporta información sobre la elaboración de un ladrillo ecológico de una dosificación óptima de cemento, cartón y agua a partir de la observación y una experimentación cuidadosa (13).

El diseño de investigación que se utilizó fue el experimental puro, porque hubo manipulación intencional de la variable independiente (dosificación de cemento, cartón y agua), luego se midió el efecto que tiene esta en las variables dependientes, tales como peso de ladrillo ecológico a partir del cartón, resistencia a la compresión de la dosificación óptima, resistencia a la compresión de la unidad de albañilería, variación dimensional de la unidad de albañilería, alabeo de la unidad de albañilería y absorción de la unidad de albañilería (14).

La investigación tuvo como población los residuos sólidos de nuestro país, de los cuales el 15 % se reciclan y entre ellos se encuentran residuos sólidos aprovechables como el papel, cartón y plástico (14).

La investigación tuvo como muestra la unidad de albañilería para techo, elaborada a partir de cartón, considerando una dosificación óptima de cemento, cartón y agua (Figura 1).



Figura 1. Procedimiento metodológico de la elaboración de bioblokart.

IV. PROCEDIMIENTO

Ensayos para el nuevo elemento

La preparación de la bloqueta comienza con el licuado del cartón reciclado de cajas y portahuevos; el secado es a temperatura medio ambiente. Se hizo el ensayo de cambio volumétrico del cartón porque este material tiende a disminuir su volumen con la presencia del agua (15).

La muestra estuvo conformada por 3 relaciones agua / cemento (a/c) en función de 3 cambios de volumen del cartón 90 %, 80 % y 70 %.

Se realizaron pruebas con cubos de 5 x 5 x 5 cm³ para un análisis de compresión a los 14, 21 y 28 días con relación de a/c de 0,3, 0,5 y 0,7 (16). Ver la Figura 2.

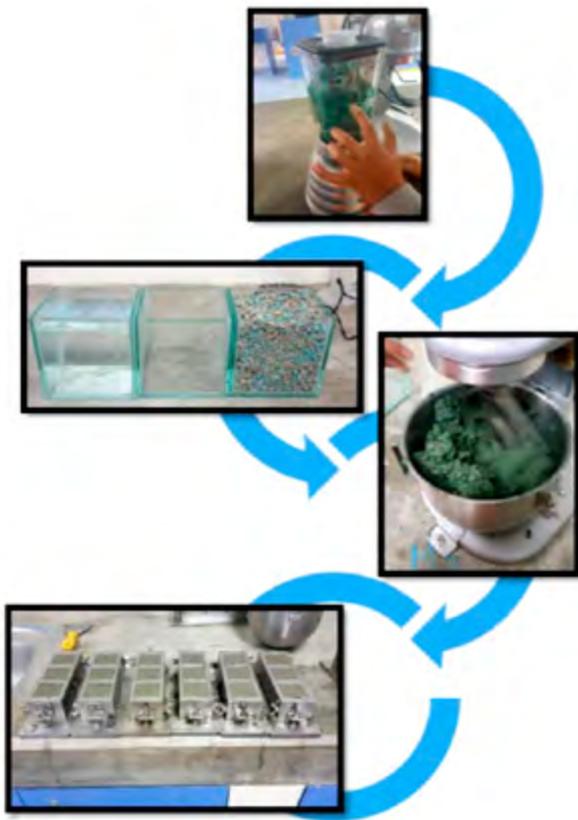


Figura 2. Elaboración del mortero de cartón con diferentes dosis.

Normas técnicas para el control de albañilería

Resistencia a la flexo-tracción (kg/cm²) NTP 339.613 (15), además, una variación dimensional (mm) NTP 339.613 (15) y Alabeo (mm) NTP 339.613 (15). Ver Figura 3 y Tabla 1.



Figura 3. Morteros de cartón para el análisis de esfuerzo a compresión

Tabla 1. Cronograma de rotura

a/c	Día de rotura		
	14	21	28
0,3	9 especímenes	9 especímenes	9 especímenes
0,5	9 especímenes	9 especímenes	9 especímenes
0,7	9 especímenes	9 especímenes	9 especímenes

Para la rotura, se realizó el ensayo en condiciones de temperatura ambiente y con curado.

Finalmente, se efectuó el ensayo de inflamación en el horno, después de 28 días del vaciado. En la Figura 6, pueden observarse las muestras de calcinación y en la Tabla 2, la relación de a/c con los diferentes porcentajes de cartón.





Figura 4. Muestras de calcinación

Tabla 2. Cronograma de rotura

Cartón	Relación de a/c		
	0,30	0,50	0,70
90 %	330 °C	330 °C	330 °C
80 %	350 °C	350 °C	350 °C
70 %	470 °C	400 °C	400 °C

Elaboración de bioblokart

Se construyó el molde que permitió colocar la muestra con mayor facilidad y una mejor extracción del agua (Figura 5).



Figura 5. Proceso de fabricación del producto final

Sistema de construcción

Se realizó un nuevo sistema colocando aceros de 6 mm de diámetro, los cuales permitirán una mejor colocación y mayor productividad (Figura 6).

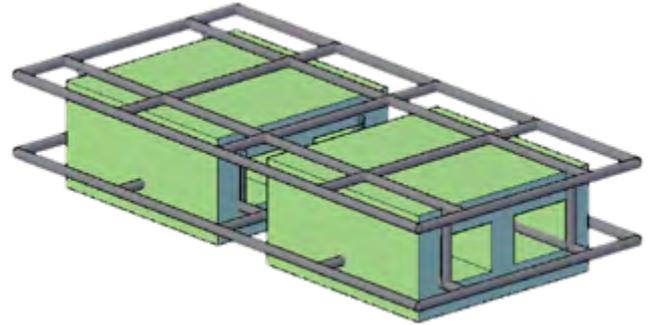


Figura 6. Nuevo sistema de construcción

V. NORMATIVAS

Seguridad en caso de incendio

La *Norma A.130* establece que las edificaciones deben cumplir (de acuerdo con su uso y el número de ocupantes) con los requisitos de seguridad y prevención de siniestros, los cuales tienen como objetivo salvaguardar las vidas humanas y reservar el patrimonio y la continuidad de la edificación (17). La seguridad consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de una edificación sufran daños derivados de un incendio de origen accidental como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento (18).

Para cumplir este objetivo, se debe planificar la proyección y el mantenimiento de los edificios a fin de que, en caso de incendio, cumplan con las exigencias básicas (19).

Norma técnica para el control de albañilería

Resistencia a la flexo-tracción (kg/cm^2) NTP 339.613, Variación dimensional (mm) NTP 339.613 y Alabeo (mm) NTP 339.613.

VI. CONCLUSIONES

- En el ensayo de inflamación se obtuvo que el 70 % de cartón con relación a/c 0,30 llega a 470 °C, con ello se concluye que la bloqueta es apta para una edificación y es segura contra incendios.
- El sistema Bioblokart se comprimió en el molde y con fragua de forma natural sin la utilización del fuego.
- El peso de un ladrillo convencional comparado con el nuevo producto es menor en un 30 % aproximadamente.
- Se consolidó un sistema diferente en la colocación de aceros, lo cual tendrá como aporte la mejor colocación y mayor producción.
- El sistema Bioblokart es ecológico, está hecho a base de cartón y cemento; se requiere, además, de una serie de inversiones en máquinas y herramientas para su fabricación en cantidades.
- Se recomienda reacondicionar el edificio seleccionado para obtener las condiciones adecuadas.

VII. AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Nancy Margot Montañez, por el apoyo incondicional durante el tiempo del proyecto.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] XARGAY H. et al. Uso de materiales reciclados en compuestos cementicios. *Tecnura*. 2019, vol. 23, n.º 60, pp. 38-51. Disponible en: DOI 10.14483/22487638.14697.
- [2] MONTES N. Cementos alcalinos: materiales de construcción ecológicos. *Cintex* [online]. 2014, vol. 19, n.º 1, pp. 109-125. Disponible en: <http://www.pascualbravo.edu.co/cintex/index.php/cintex/article/view/149>
- [3] RAMOS M. et al. Evaluación de la biocompatibilidad de cuatro cementos selladores. *International*

Journal of Odontostomatology. 2019, vol. 13, n.º 1, pp. 64-68. Disponible en: DOI 10.4067/s0718-381x2019000100064.

- [4] HENCHE C. y MORAGUES A. *Análisis de la adición de nanopartículas en la microestructura de materiales de base cemento* [online] [Tesis]. 2011. Disponible en http://oa.upm.es/10472/1/Tesis_master_Carlos_Henche_Guijarro.pdf
- [5] GARCIA LODEIRO, I., FERNANDEZ JIMENEZ, A. y PALOMO, A. Cementos híbridos de bajo impacto ambiental: Reducción del factor clinker. *Rev. Alconpat* [online]. 2015, vol. 5, n.º 1 pp. 41-51. Disponible en <https://bit.ly/3cAG9Bi>
- [6] MANZANO, H. et al. Espectros de rayos X y propiedades elásticas teóricas de los silicatos cálcicos hidratados cristalinos: Comparación con los geles de cemento. *Materiales de Construcción*. 2010, vol. 60, n.º 299, pp. 7-19. Disponible en: DOI 10.3989/mc.2010.57310.
- [7] TREZZA, M. y SCIÁN, A. Estructura y propiedades de clinkers de Cemento Portland obtenidos con combustibles residuales. *Revista de la Construcción*. 2009, vol. 8, n.º 1, pp. 4-12.
- [8] BEDOYA, C. Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de Arquitectura* (Bogotá), 20(1), 2018, pp. 62-70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.1193>
- [9] TORRES, M. y PUERTAS, F. La activación alcalina de diferentes aluminosilicatos como una alternativa al Cemento Portland: cementos activados alcaliname. *Revista Ingeniería de Construcción*. 2017, vol. 32, n.º 2, pp. 5-12. Disponible en: DOI 10.4067/S0718-50732017000200001.
- [10] PASTOR, C. et al. Hidratación del cemento de aluminato de calcio en condiciones de muy elevada alcalinidad. *Materiales de Construcción*. 2009, vol. 59, n.º 293, pp. 21-34. Disponible en: DOI 10.3989/mc.2009.42407.
- [11] ZEGARRA, J. y SANTOS, J. Ecurrimiento en pavimentos de bloques de suelo-cemento: un abordaje experimental. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. 2015, vol. 4, n.º 1, pp. 35-47.
- [12] IZQUIERDO, S. et al. Cemento adicionado con un residuo del proceso de craqueo catalítico (FCC): Hidratación y microestructura. *Revista Ingeniería de Construcción*. 2013, vol. 28, n.º 2, pp. 141-154. Disponible en: DOI 10.4067/S0718-50732013000200003.



- [13] DAVID, A. y COTE, M. Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET. *Inge-Cuc* 2014, vol. 10, n.º 2, pp. 76-80.
- [14] FONTALVO HERRERA, T. Aplicación de Seis Sigma en una empresa productora de Cemento. *Escenarios* 2011, vol. 9, n.º 1, pp. 7-17.
- [15] PÉREZ, Herminio et al. Diseño y prueba experimental de bloques ecológicos a base de materiales orgánicos e inorgánicos. *Revista de Iniciación Científica* [online]. 2017, vol. 3, p. 55. Disponible en: <http://rida2.utp.ac.pa/handle/123456789/2194>
- [16] CERVANTES, L., VALDEZ DEL RÍO, E. y RODRIGO, E. Una construcción elaborada con muros de papel y cartón comprimidos más otros residuos valorizables. *Acta Universitaria* [online]. 2010. Vol. 20, n.º 5, pp. 31-39. Disponible en: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/78/65>
- [17] MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. *Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería* [online]. 2006. Disponible en <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>
- [18] ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (OEFA). *Reglamento de organización y funciones del Organismo y Evaluación de Fiscalización Ambiental*. 2009.
- [19] SUÁREZ-SILGADO, S. et al. La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavieja: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. *Entramado*. 2019, vol. 15 n.º 1, 224-244. Disponible en: <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408>