

Diseño y construcción de módulo de vivienda con unidades de albañilería tipo PET en el caserío Uña de Gato, Bellavista - Jaén

Design and construction of a housing module with PET-type masonry units in the Uña de Gato farmhouse, Bellavista - Jaén

Jesús Mena ¹* y Juan Oblitas ².

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue diseñar y construir un módulo de vivienda con unidades de albañilería tipo PET como propuesta económica y ecológica en el caserío Uña de Gato, Bellavista, la problemática abordada fue la existencia de un alto nivel de contaminación con botellas de plástico y porcentaje de familias que no pueden acceder a una vivienda propia debido al alto costo de los materiales de construcción. La metodología fue de tipo aplicada y experimental, se diseñó y construyó en coordinación con el propietario del lote, un módulo de vivienda con ladrillos PET. Se obtuvo que la resistencia máxima de las unidades elaboradas con botellas de Sporade fue del 105.37 kg/cm², con respecto al ladrillo de arcilla de 50.88 kg/cm², el costo por unidad de la unidad de albañilería tipo PET fue del S/.0.30 frente a S/.1.00 del ladrillo; el costo de la vivienda ecológica fue del S/. 39,041.13 y la del ladrillo de arcilla de S/.43,108.44. En conclusión la vivienda ecológica fue más económica que la del ladrillo de arcilla en 9.44%.

Palabras clave: Vivienda ecológica, unidades de albañilería tipo PET, vivienda de ladrillo de arcilla.

ABSTRACT

The objective of the research was to design and build a housing module with PET masonry units as an economic and ecological proposal in the Uña de Gato hamlet, Bellavista, the problem addressed was the existence of a high level of contamination with plastic bottles and the percentage of families who cannot afford their housing due to the high cost of construction materials. The methodology was applied and experimental; a housing module with PET bricks was designed and built with the lot's owner. It was obtained that the maximum resistance of the units made with Sporade bottles was 105.37 kg/cm², concerning the clay brick of 50.88 kg/cm², the cost per unit of the PET masonry unit was S/.0.30 compared to S/.1.00 for the brick; the cost of the ecological housing was S/. 39,041.13 and that of the clay brick was S/.43,108.44. In conclusion, the ecological housing was cheaper than the clay brick by 9.44%.

Keywords: Ecological housing, PET-type masonry units, clay brick housing.

Recibido: 10/11/2023. Aceptado: 18/12/2023

* Autor para correspondencia

¹. Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: Jhonatanmena96@gmail.com

². Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: Jcoblitas21@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En África, los beneficios de los ecoladrillos han sido destacados en la literatura contemporánea. No obstante, la adopción de la mampostería con ecoladrillos para la construcción de viviendas en comunidades rurales de países de bajos ingresos es significativamente baja (Edike et al., 2022). En Nigeria, los desechos plásticos generalmente son eliminados en zonas alejadas a las zonas urbanizadas, siendo transportadas en algunos casos hacia el mar, esto constituye una molestia para el entorno construido y contaminan la vida acuática (Ameh et al., 2020). En Colombia, uno de los principales problemas sociales en los países en desarrollo surge por la falta de vivienda a precios asequibles, esto se refleja como consecuencia de una situación de pobreza y exclusión de las comunidades de bajos recursos (Arredondo et al., 2019).

En el Perú el sector de la construcción es el que consume con mayor cantidad los recursos naturales, es uno de los principales generadores de la contaminación al medioambiente, la construcción de una edificación consume del 20 al 50% de los recursos de acuerdo con el lugar donde se desarrolle, siendo las obras públicas las que consumen más materiales (Boyer, 2022). Lima y Callao generan 886 Tn. de residuos PET al día, lo que corresponde al 46% del total nacional, usan alrededor de 30 kg de plástico por ciudadano y se utilizan 3000 millones de bolsas plásticas, a una frecuencia de 6000 bolsas por minuto (Condori y Navarrete 2022). En Huancayo, se desecha toneladas de plástico PET al año, es así que se viene estudiando la forma de reutilizar este material en la fabricación eco ladrillos para la construcción de viviendas sociales (Bailón y Huatuco, 2021).

Se ha tomado nuevas medidas ante la coyuntura del crecimiento poblacional que trae consigo la contaminación ambiental, se ha iniciado las prácticas de reciclaje, empleando contenedores para los desechos plásticos y otros tipos de materiales, pues en el Perú, solo se recicla el 1.9% del total de residuos producidos (Vásquez, 2022). La mayoría de viviendas son de albañilería confinada o adobe, las cuales implican un presupuesto alto para la situación económica de la población en caso de elegir la primera opción, lo que lleva a escatimar en gastos de seguridad en la construcción (Abanto, 2021). El uso de material reciclado en la construcción civil reduce la contaminación ambiental, lo inverso cuando se usan materias primas naturales habitualmente, podemos afirmar que se trata de una tecnología limpia, porque los procesos de fabricación son amigables con el medioambiente y se utilizan residuos como materia prima (García y Vigo 2019).

En Jaén el 16.7% de los residuos sólidos, son residuos que pueden recuperarse por medio del reciclaje de los cuales lo que más se bota son papeles, residuos orgánicos, latas, plásticos; respecto a plásticos se tiene un 5.2% (plástico liviano) y 3.1% (plástico rígido), en la mayoría de los casos el 51% de los envases son tapados y 49% no lo son lo que genera un problema para la salud (Cruz y Leiva, 2022). De acuerdo con los antecedentes revisados y los datos sobre la contaminación ambiental, la problemática de esta investigación se aborda por dos partes, por un lado el alto nivel de contaminación causado por los residuos PET en la ciudad de Jaén y por el otro el bajo nivel de acceso a vivienda propia por parte de la población debido al alto costo de los materiales de construcción, esto generando como efecto que habitan en viviendas alquiladas o en viviendas de otros materiales poco seguras como adobe, tripley y calamina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo aplicada, porque no únicamente se realizó el diseño de la vivienda ecológica, sino que también, en coordinación con el propietario se construyó el módulo de vivienda con sus ambientes y servicios básicos. Enfoque cuantitativo, porque los resultados de cada uno de los objetivos planteados están expresados básicamente en valores numéricos y valores porcentuales de variación de una característica respecto de la otra o de los materiales o unidades de albañilería. Diseño experimental, porque se ha manipulado las variables de estudio, el diseño y construcción se ha realizado utilizando unidades de albañilería tipo PET, que fueron elaboradas con botellas de plástico recicladas llenadas con suelo zarandeado. La población estuvo conformada por las unidades de albañilería tipo PET con las que se ha diseñado y construido el módulo de vivienda, la muestra las unidades de albañilería tipo PET fueron ensayadas para determinar el principal indicador de calidad y la que es posible técnicamente realizar, que es la resistencia a compresión, para lo que se ensayaron 10 unidades elaboradas con botellas de plástico de Sporade de 500 ml, 10 unidades con agua San Carlos de 625 ml y 10 unidades con KR de 400 ml; mientras que, para la comparación técnica se han ensayado 10 ladrillos King Kong industriales. Se utilizó como técnica la observación y se realizaron los siguientes procedimientos: Determinación de las principales características del suelo, diseño de módulo de vivienda, elaboración de unidades de albañilería tipo PET, estudio de resistencia a compresión de las unidades de albañilería y ejecución de las partidas de vivienda.

RESULTADOS

En la Figura 1, se presenta la vista en planta de la distribución del módulo de vivienda ecológica, la cual cuenta con los siguientes ambientes: Dos puertas de ingreso, un jardín, una sala de estar, cocina, comedor, una habitación y servicios higiénicos; haciendo un total de 62.71 m² de área construida.

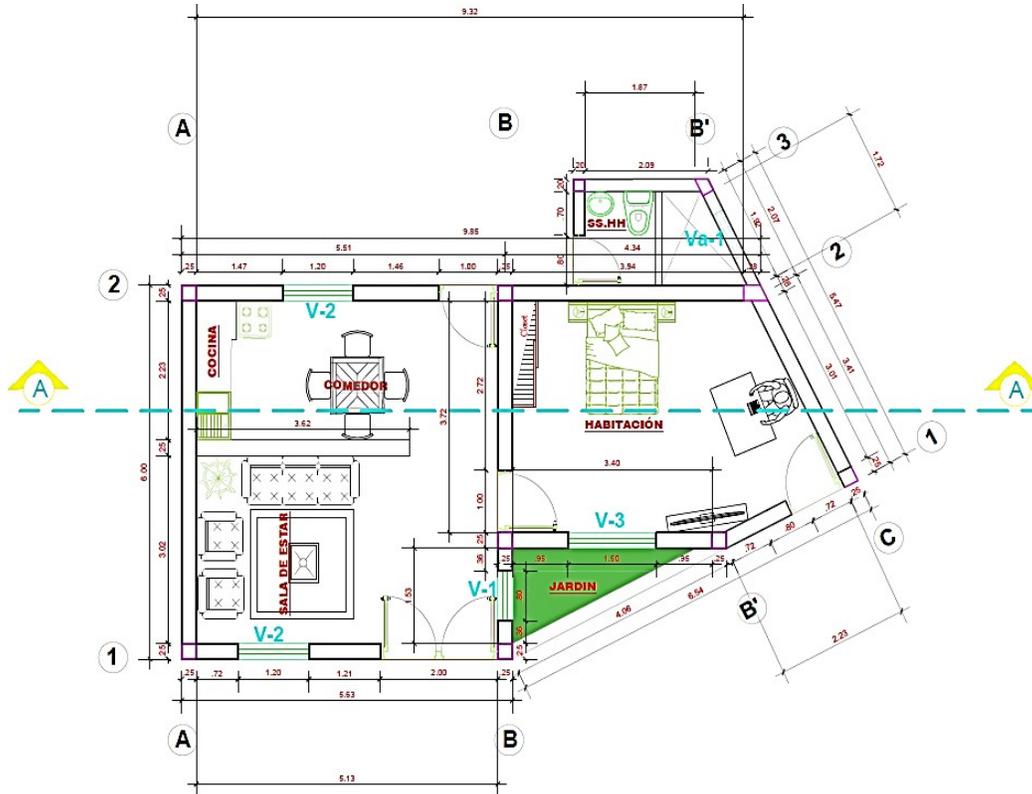


Figura 1. Vista en planta de la distribución del módulo de vivienda ecológica

La Figura 2, muestra la fachada principal del módulo de vivienda ecológica, la cual cuenta con dos puertas de acceso y dos ventanas frontales y una a lado del jardín, las columnas y vigas de arrioste de 0.25 x 0.25 m de sección.

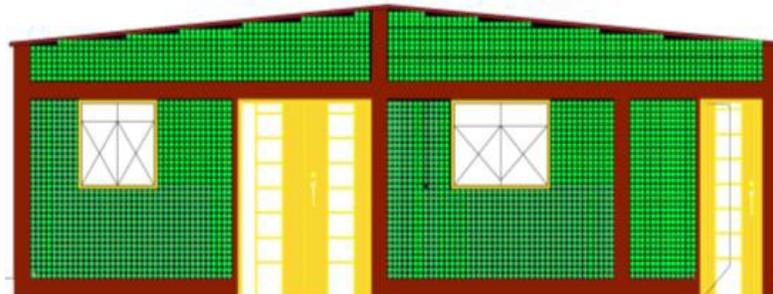


Figura 2. Fachada principal del módulo de vivienda ecológica

La Tabla 1, muestra el presupuesto detallado del módulo de vivienda con unidades de albañilería tipo PET, la cual tiene un costo directo de 39,041.13 nuevos soles a la fecha de estudio. Se detallan los costos de estructuras de S/.15,080.20 , arquitectura de S/.20,740.71, instalaciones sanitarias de S/.1,514.38 y eléctricas de S/.5,874.53.

Tabla 1. Presupuesto del módulo de vivienda ecológica

Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	Estructuras	15,080.20
01.01	Obras provisionales y trabajos preliminares	2,308.81
01.02	Movimiento de tierras	205.93
01.03	Obras de concreto simple	2,177.56
01.04	Obras de concreto armado	10,387.90
02	Arquitectura	20,740.71
02.01	Muros y tabiques de albañilería tipo PET	14,917.98
02.02	Pisos y pavimentos	2,287.66
02.03	Carpintería metálica	3,535.07
03	Instalaciones sanitarias	1,514.38
03.01	Aparatos y accesorios sanitarios	869.81
03.02	Sistema de agua fría	226.76
03.03	Desagüe y ventilación	417.81
04	Instalaciones eléctricas	5,874.53
04.01	Salida	1,131.83
04.02	Tomacorrientes e interruptores	1,224.60
04.03	Canalización, conductos o tuberías	810.37
04.04	Conductores y cables de energía en tuberías	1,675.13
04.05	Luminarias	559.39
04.06	Tablero eléctrico 4-2x16a, 1-id 2x25-30ma	473.21
Costo directo		39,041.13

En la Tabla 2, se muestra el presupuesto detallado del módulo de vivienda con ladrillos de arcilla comúnmente utilizados, la cual tiene un costo directo de 43,108.44 nuevos soles a la fecha de estudio. Se detallan los costos de estructuras de S/.15,199.99, arquitectura de S/.20,519.54, instalaciones sanitarias de S/.1,514.38 y eléctricas de S/.5,874.53.

Tabla 2. Presupuesto del módulo de vivienda con ladrillo King Kong de 18 huecos

Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	Estructuras	15,199.99
01.01	Obras provisionales y trabajos preliminares	2,308.81
01.02	Movimiento de tierras	205.93
01.03	Obras de concreto simple	2,177.56
01.04	Obras de concreto armado	10,507.69
02	Arquitectura	20,519.54
02.01	Muros y tabiques de albañilería	14,696.81
02.02	Pisos y pavimentos	2,287.66
02.03	Carpintería metálica	3,535.07
03	Instalaciones sanitarias	1,514.38
03.01	Aparatos y accesorios sanitarios	869.81
03.02	Sistema de agua fría	226.76
03.03	Desagüe y ventilación	417.81
04	Instalaciones eléctricas	5,874.53

04.01	Salida	1,131.83
04.02	Tomacorrientes e interruptores	1,224.60
04.03	Canalización, conductos o tuberías	810.37
04.04	Conductores y cables de energía en tuberías	1,675.13
04.05	Luminarias	559.39
04.06	Tablero eléctrico 4-2x16a, 1-id 2x25-30ma	473.21
Costo directo		43,108.44

Principales características del suelo

En la Tabla 3, se presenta los resultados de las principales características del suelo del terreno donde se diseñó y construyó el módulo de vivienda ecológica, las características que se muestran son: el contenido de humedad, análisis granulométrico (porcentaje de grava, arena y finos), límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 3. Principales características del suelo

N° de calicata	Contenido de humedad (%)	Análisis Granulométrico (%)			Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
		Grava	Arena	Finos			
C-1	13.77%	21.20	66.80	12.00	25	19	6

Resistencia a la compresión de unidades de albañilería tipo PET y ladrillo

En la Tabla 4, se muestran los resultados de la resistencia a la compresión de cada tipo de unidades de albañilería elaboradas, con ladrillo King Kong, con la finalidad de determinar el punto de comparación técnica. Se muestra el número de unidad de albañilería ensayado, la resistencia obtenida con las unidades elaboradas con botellas de Sporade de 500 ml, con botellas de agua San Carlos de 625 ml, con botellas KR de 400 ml y del ladrillo de arcilla; así como el valor promedió.

Tabla 4. Resistencia a la compresión de unidades de albañilería tipo PET y ladrillo King Kong

N° de unidad de albañilería	Tipo de unidad de albañilería			
	Botella de sporade 500ml	Botella de agua San Carlos 625ml	Botella de KR 400 ml	Ladrillo King Kong
1	116.97	68.92	79.44	49.36
2	108.76	77.92	95.91	50.32
3	108.86	66.49	92.49	49.91
4	102.98	76.62	79.56	58.24
5	102.57	79.46	82.35	48.44
6	103.99	73.95	88.05	51.83
7	100.95	72.16	86.91	49.73
8	101.86	80.52	92.23	49.54

9	104.50	79.14	97.43	50.46
10	102.27	80.84	85.39	50.96
Promedio	105.37	75.60	87.98	50.88

Comparación técnica y económica

En la Tabla 5, se describen las principales ventajas y desventajas determinadas a lo largo del desarrollo de la investigación entre las unidades de albañilería tipo PET y el ladrillo de arcilla convencional.

Tabla 5. Comparación técnica entre unidades de albañilería tipo PET y ladrillos King Kong de 18 huecos industrial

Unidades de albañilería tipo PET	Ladrillos King Kong de 18 huecos industrial
1. Resistencia a la compresión 105.37 kg/cm ² .	1. Resistencia a la compresión 50.88 kg/cm ² .
2. Su fabricación no requiere de mano de obra calificada.	2. Su fabricación requiere de mano de obra calificada.
3. El suelo a utilizar sólo necesita pasar por un proceso de zarandeado que permita que este ingrese fácilmente en la botella.	3. El suelo a utilizar necesita cumplir con algunas características básicas de calidad establecidas.
4. Su forma se adapta a la forma de la botella en la que es elaborada.	4. Su fabricación requiere de moldes que deben cumplir con medidas estándares.
5. No requiere de un procedimiento de secado y quemado, por lo que no contamina el medio ambiente.	5. Requiere de procedimientos estrictos para el secado y quemado lo que genera una alta contaminación ambiental.
6. Para apilar estas unidades se necesita más espacio, porque sólo se puede colocar hasta un máximo de 10 unidades de alto al menos que se elabore cajones para contenerlos.	6. Para apilar estas unidades se necesita menos espacio por la forma regular que tienen en forma de cubo.
7. No es necesario humedecer las unidades antes de utilizarlos en la construcción de un muro, de esta forma se evita el gasto de agua.	7. Es obligatorio humedecer la muestra durante media hora por lo menos entre 10 y 15 horas antes de ser utilizados en la construcción de un muro.
8. Poca adherencia con el mortero por la forma de las botellas de plástico, por lo que se debe tener cuidado que no se mueva al momento de llenar las juntas verticales.	8. Por el material que la compone presenta una alta adherencia con el mortero, quedando bien fijas durante la colocación de las juntas verticales.

Comparación técnica y económica entre vivienda ecológica y vivienda de ladrillo

En la Tabla 6, se describen las principales ventajas y desventajas determinadas a lo largo del desarrollo de la investigación entre la vivienda ecológica y vivienda de ladrillo.

Tabla 6. Comparación técnica entre vivienda ecológica y vivienda de ladrillo

Vivienda ecológica	Vivienda con ladrillo King kong
1. El mortero para el asentado de estas unidades debe tener una consistencia más seca de la que se utiliza para el ladrillo, porque las botellas no absorben la humedad.	1. El mortero para el asentado de estas unidades debe tener una consistencia trabajable para que esta se adhiera fácilmente con los ladrillos.

2. Para sistema de albañilería confinada se tiene que colocar tablas a ambos lados del muro para que contenga el mortero.	2. Para el sistema de albañilería confinada no es necesario utilizar tablas a los costados, se puede dejar mechas o dientes.
3. El proceso de llenado de las juntas verticales es más tedioso debido a la forma irregular de las botellas.	3. El proceso de llenado de las juntas verticales es más rápido debido a la forma regular de los ladrillos.
4. Únicamente se puede levantar el muro hasta 1.00 m durante una jornada laboral, porque debido al peso se puede asentar un poco.	4. Únicamente se puede levantar el muro hasta 1.30 m durante una jornada laboral, lo cual está establecido en la NTE-E.070.
5. La tubería de las instalaciones eléctricas deberán dejarse en las juntas horizontales, porque no se puede picar el muro de manera vertical porque rompería las botellas.	5. La tubería de las instalaciones eléctricas se puede ubicar de manera vertical picando el muro como se realiza de manera convencional.
6. Los ambientes construidos con este tipo de unidades de albañilería ofrecen un mayor confort similar a una vivienda de adobe, porque el suelo no ha pasado por ningún proceso adicional al zarandeado.	6. Los ambientes construidos con este tipo de unidades de albañilería presentan menos confort, porque los ladrillos pasan por un proceso de cocción.

La Tabla 7, muestra la comparación económica entre la vivienda ecológica y ladrillo obteniendo una diferencia en costo de 0.79% en estructuras, 19.24% arquitectura, 0% en instalaciones sanitarias y 0% de instalaciones eléctricas.

Tabla 7. Comparación económica entre vivienda ecológica y vivienda de ladrillo

Partida	Vivienda ecológica Costo	Vivienda con ladrillo King Kong Costo	Diferencia (soles)	Diferencia (%)
Estructuras	15,080.20	15,199.99	119.79	0.79%
Arquitectura	16,572.02	20,519.54	3,947.5	19.24%
Instalaciones sanitarias	1,514.38	1,514.38	0.00	0.00%
Instalaciones eléctricas	5,874.53	5,874.53	0.00	0.00%
Costo directo total	39,041.13	43,108.44	4,067.3	9.44%

DISCUSIÓN

Cambell (2021) obtuvo que el presupuesto para la construcción de 1 m² de un muro de ladrillo de arcilla cocido es de S/ 43.50, para el adobe S/ 42.40 y para el ladrillo PET S/ 34.40; el costo de la mano de obra por 1 m² para la construcción de un muro de ladrillo de arcilla cocido es de S/ 10.50, para el adobe es de S/ 6.40 y la mano de obra con ladrillo PET es de S/ 6.40; por su parte Cubas (2021), obtuvo que la construcción de albañilería confinada tiene un costo de S/ 354,754.06, mientras que la vivienda ecológica de S/ 204,690.68, teniendo una diferencia de S/ 150,063.38 (42.30 %) y Sangay (2020) obtuvo que los

principales parámetros a nivel de arquitectura son: ubicación de la edificación, pendientes apropiadas en los techos, sistemas de aislamiento térmico y distribución correcta de los ambientes según su uso.

Gaitán (2022), obtuvo que los contenidos de humedad de 19.51%, 21.63% y 21%; límites líquidos de 56, 52.80 y 57.50; límites plásticos de 29.20, 32.81 y 30.02; e índices de plasticidad de 26.80, 20.01 y 27.49 para las tres calicatas; por su parte Gutiérrez y Oyarce (2021) obtuvieron como resultado un contenido de humedad promedió de 17.32%, un límite líquido de 42.05, límite plástico de 29.69% y un índice de plasticidad de 12.36%; por su parte Camacho y Mena (2018) obtuvo como resultado las siguientes características del suelo: Humedad de 5.21%, LL de 36.59, LP de 24.06, IP de 12.53% , Grava 0 %, arena 11.34% y finos 88.66%; Gaitán (2022) obtuvo la humedad promedio de 19.51, 21.63 y 21.00 % para las tres calicatas elaboradas.

González (2019), obtuvo que la resistencia a la compresión promedio de la botella de coca-cola de 500 ml llenada con tierra fue de 30.60 KN, la de 2000 ml de 47.26 KN, mientras que las botellas de agua de cuevas de 500 ml una de 22.40 KN y la de agua Font Vella de 1500 ml de 57.00 KN; por su parte Parra y Roa (2021) obtuvo como resultado que la unidad tipo Tolete 2 alcanzó una resistencia a la compresión de 40,58 kgf/cm²; la unidad de mampostería plástica mezclada con caucho y arena alcanzó una resistencia de 41,56 Kgf/cm²; la unidad convencional en arcilla tiene una resistencia de 136,44 kgf/cm² y Gutiérrez y Oyarce (2021) obtuvieron que el ladrillo de arcilla sin adición de residuos tiene una resistencia promedio a compresión de 28.84 Kg/cm² y al adicionar el 3% de residuos se obtiene 35.96 Kg/cm².

Cedillo (2021) obtuvo que el costo del ladrillo común es de \$ 0,26; el prototipo 1 de \$ 0,24; el prototipo 2 de \$ 0,22 y el prototipo 3 de \$ 0,23; por su parte Galan y Zambrano (2019) obtuvieron que la capacidad de carga promedio de los prismas de albañilería (f'm) fue de 65.798 kg/cm² y la resistencia del mortero (f'c) fue 203.04 kg/cm² y Guevara y Osorio (2019) obtuvieron que la compresión axial de pilas con ladrillos fue de 158.45 kg/cm² de pilas con de PET fue de 30.30 kg/cm².

Al comparar técnicamente y económicamente la vivienda ecológica con la vivienda de ladrillo, se han obtenido como resultado que el costo de la vivienda ecológica construida asciende a un monto de S/ 39,041.13 y la vivienda de ladrillo de arcilla diseñada un costo de S/ 43,108.44, haciendo una diferencia de 4,067.31 el cual representa el 9.44% más económica con respecto a la vivienda de ladrillo de arcilla. Sin embargo, para este objetivo se hace necesario medir los rendimientos de manera detallada de la mano de obra para la elaboración de unidades de albañilería tipo PET y el asentado de estas unidades, pues no es el mismo con respecto al asentado del ladrillo. Realizando la comparación respectiva de estos resultados con los obtenidos en otras investigaciones como la que realizó Huamán y Pintado (2019); por

su parte Moro (2020) obtuvo que el corcho, cáñamo y la celulosa cumplen con las condiciones de transmitancia térmica de 1.76 W/m²K, 1.72 W/m²K y 1.71 W/m²K respectivamente en muros y Huamán y Pintado (2019) obtuvieron que si es posible técnica y económicamente esta alternativa estudiada.

CONCLUSIONES

Es factible realizar el diseño y construcción de un módulo de vivienda con unidades de albañilería tipo PET y de esta forma contribuir con el medioambiente y tener otra alternativa más económica de ladrillo. La exploración mediante la elaboración de calicata previa al diseño y posterior construcción de una vivienda permite conocer las principales características del suelo y tomar las acciones necesarias al momento de construir los cimientos. La resistencia a la compresión de las unidades PET depende directamente de la compactación que se le realice, pues al momento de las roturas en la prensa ninguna botella se rompió. El costo unitario de la unidad de albañilería tipo PET es muy bajo en comparación con el ladrillo King Kong, este costo se reduce al analizarlo en la construcción de muros de viviendas debido al mortero adicional que se necesitan las unidades PET debido a la forma de las botellas. La vivienda ecológica construida con unidades de albañilería tipo PET es 9.44% más económica con respecto a la diseñada con ladrillos de arcilla, siendo un aporte al medioambiente, porque para la fabricación de estas unidades no se explota canteras ni se contamina quemando ladrillos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Loli, J. C. (2021). Nuevas tecnologías de construcción para disminuir la inversión presupuestal en viviendas unifamiliares de la ciudad de Cajamarca en el año 2021. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] . Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/29819>
- Ameh, O. J., Dada, M. O., & Edike, U. E. (2020). Production and optimization of eco-bricks. *Journal of Cleaner Production*, 266. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121640>
- Arredondo Orozco, C., Luna del Risco, M., Villegas Moncada, S., González Palacio, M., Arrieta González, C., Cuatindioy Imbachi, J., Quintero Suarez, F. (2019). A novel energy-efficient machine to compress inorganic residues in eco-bricks as a sustainable construction strategy for low-cost housing. *Iberian Conference on Information Systems*
- Boyer Bocanegra, D. A. (2022). Evaluación de las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería confinada de concreto y plástico PET proveniente de botellas de agua en el distrito de

- Chiclayo, 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5310>
- Camacho Paredes, A. K., & Mena Lalama, M. J. (2018). Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica de Ecuador]. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14548>
- Cambell Trigoso, R. (2021). Eco ladrillos de plástico reciclado PET para el mejoramiento de las viviendas del sector Kumamoto II Etapa, El Porvenir 2021. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66525>
- Cedillo Alvarado, N. E. (2021). Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto para la construcción de viviendas económicas y sociales. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Obtenido <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4526>
- Cruz Orrego, N. K., & Leiva Goicochea, R. L. (2022). Uso del Tereftalato de Polietileno (PET), en Reemplazo del Agregado Fino, para la Elaboración de Unidades de Albañilería, Jaén 2020. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/405>
- Cubas Ruiz, M. C. (2021). Análisis comparativo económico entre una vivienda proyectada de un nivel de albañilería confinada y una vivienda ecológica en la zona urbana de Cajamarca, 2021. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/29252>
- Edike, U. E., Aina, O., & Adeoye, A. B. (2022). Adoption of eco-bricks for housing: the case of Yelwa, Nigeria. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 14(3). doi:10.1080/20421338.2021.1903735
- Gaitán Paredes, E. (2022). Evaluación de bloques de tierra comprimida (btc) con fines de albañilería, Tacabamba, Chota. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14142/224>
- Galan Leon, J. K., & Zambrano Paucar, I. B. (2019). Análisis del comportamiento sísmico para una vivienda económica con muros de botellas pet rellenas de agregado fino – Huaraz, 2019. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40999>

-
- García Rojas, J. M., & Vigo Rojas, R. A. (2019). Revisión sistemática sobre la utilización de plástico reciclado (PET) en la elaboración de ladrillo de concreto armado. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/15028>
- González Sánchez, J. (2019). Construcción con botellas de plástico: Análisis y mejora de elementos y sistemas constructivos estructurales. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Madrid]. Obtenido de http://oa.upm.es/54207/1/TFG_Gonzalez_Sanchez_Jonatan.pdf
- Guevara Chávez, J., & Osorio Córdova, E. E. (2019). Análisis de las propiedades mecánicas de muros tipo soga construidos con material PET, Lima 2019. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58429>
- Gutierrez Calua, A. J., & Oyarce Palma, G. (2021). Adición de residuos sólidos al ladrillo de arcilla artesanal para mejorar sus propiedades en función a la norma E-070- Cajamarca, 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28124>
- Huamán Aguilera, W., & Pintado Velasco, E. S. (2019). Diseño de una vivienda con muros portantes de botellas plásticas (PET) recicladas en el A.H Micaela Bastidas IV etapa, Mz. B2 Lt. 28, distrito 26 de octubre, Piura-2018. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34976>
- Moro Palomino, M. J. (2020). Propuesta de materiales ecológicos no tradicionales para construcciones según la norma EM.110. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/24794>
- Parra Triana, D., & Roa Duran, G. A. (2021). Diseño de unidad de mampostería con mezcla de plásticos reciclados y otros materiales para la construcción de muros en obras civiles. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/26575>
- Sangay Flores, Á. R. (2020). Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para las zonas altoandinas, Cajamarca 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/28977>
- Vasquez Rivasplata, A. M. (2022). Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/29686>