

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**A sustainable solution of adobe bricks improved in strength and permeability, manufactured using Equus asinus manure and calcium stearate**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Ernesto Alonso Campos Manayay**

**ASESOR**

**Angel Antonio Ruiz Pico**  
<https://orcid.org/0000-0003-2638-0593>

**Chiclayo, 2023**

## MANUSCRIPT FINAL

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**23%**

INDICE DE SIMILITUD

**21%**

FUENTES DE INTERNET

**17%**

PUBLICACIONES

**11%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b><a href="http://www.revistacienciapolitica.cl">www.revistacienciapolitica.cl</a></b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b><a href="http://researchonline.ljmu.ac.uk">researchonline.ljmu.ac.uk</a></b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b><a href="http://www.scielo.cl">www.scielo.cl</a></b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b><a href="http://construccioncivil.uc.cl">construccioncivil.uc.cl</a></b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b><a href="http://link.springer.com">link.springer.com</a></b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b><a href="http://www.mdpi.com">www.mdpi.com</a></b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to RMIT University</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Chen Zhouyi, Yang xin, Wu Qixin, Hu Hongmei, Shi Jianguang, Xie Yiren. "Research on the performance of modified shell ash mortar used for strengthening of historical masonry"</b>	<b>1%</b>

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>4</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>6</b>
<b>Materials and methods.....</b>	<b>8</b>
<b>Results and analysis .....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusions .....</b>	<b>19</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>20</b>

## Resumen

La Tierra es uno de los materiales de construcción más utilizados en todo el mundo. Sin embargo, su uso en áreas sísmicas y su acelerada erosión hídrica son preocupaciones importantes para la comunidad ingenieril. Este estudio se centró en la incorporación de estiércol de *Equus asinus* en la elaboración de unidades de tierra reforzada, con el objetivo de mejorar su resistencia a la compresión y tracción. Además, se investigó el efecto del recubrimiento de estearato de calcio sobre su superficie para reducir su permeabilidad. Se llevaron a cabo pruebas in situ y en laboratorio para seleccionar la cantera de suelo y el agua. Las propiedades mecánicas se evaluaron mediante pruebas de compresión y tracción, siguiendo las normas ASTM E2392. Además, se propusieron pruebas simuladas de inundación y absorción para evaluar la hidrofobicidad de las unidades de tierra reforzada. Los resultados revelaron mejoras en la resistencia a la compresión y a la tracción de las unidades de tierra reforzada, con aumentos del 24% y el 50% respectivamente, a nivel de unidad, y del 20% y el 18% a nivel de murete. Asimismo, el recubrimiento con estearato de calcio permitió que las muestras absorbieran agua sin colapsar y retrasó su desintegración. En resumen, la incorporación de estiércol de *Equus asinus* en un 6% y el recubrimiento con estearato de calcio presentan mejoras significativas en las propiedades mecánicas e hidrofóbicas del material tierra utilizado en la construcción, lo cual es de gran interés para las comunidades que construyen en áreas sísmicas y propensas a inundaciones.

**Palabras clave:** Adobe, eco-construcción, ladrillo de tierra sin cocer, estiércol, estearato de calcio

## Abstract

Earth is one of the oldest building materials used worldwide, but its use in seismic-prone areas and its high sensitivity to water erosion are causes of concern for the engineering community. This study focused on incorporating of *Equus asinus* manure in the production of adobe bricks to improve their compressive and tensile strength, as well as the effect of dusting calcium stearate on their surface to reduce their permeability. First, in-situ and laboratory tests were conducted to select the soil quarry and water. The mechanical properties of the adobe bricks were evaluated using compression and tensile tests, following ASTM E2392 standards. Also, simulated flooding and absorption tests were proposed by the author to evaluate the hydrophobicity. Finally, the results showed that the incorporation of *Equus asinus* manure improved the compressive and tensile strength of the adobe bricks, with increases of 24% and 50%, respectively, at the unit level and 20% and 18% at the wall level. Additionally, the coating with calcium stearate allowed the experimental samples to absorb water in a period without collapsing and delayed their disintegration. To sum up, incorporating *Equus asinus* manure at 6% and coating with calcium stearate improve the mechanical and hydrophobic properties of earth material used in construction, which is interest to communities building in seismic and flood-prone areas.

**Keywords:** Adobe bricks, eco-building, unfired clay bricks, manure, calcium stearate