

Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas del suelo con incorporación de asfalto para elaborar adobes

Improvement of the physical - mechanical properties of the soil with the incorporation of asphalt to make adobes

Olinda Llisela Ramirez Chuquizuta¹

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe al adicionar emulsión asfáltica al 2%, 4% y 6%. Se elaboraron un total de 96 bloques de adobe (24 adobes tradicionales, 24 adobes con 2% de asfalto, 24 adobes con 4% de asfalto y 24 adobes con 6% de asfalto), dichos bloques fueron sometidos a ensayos a la resistencia a la compresión, resistencia a flexión, absorción y saturación total. De los ensayos de laboratorio se consiguió una resistencia a compresión de 15,34 kg/cm² correspondiente a las unidades de adobe con 6% de asfalto, en los ensayos de resistencia a flexión se obtuvo un valor máximo de 3,36 kg/cm²; ambos valores superiores con respecto a lo obtenido con los adobes tradicionales. En los ensayos de absorción se registró que las unidades de adobe con 6% de asfalto disminuyó hasta un 29% el porcentaje de absorción sobre los adobes convencionales, se observó también que los adobes con adición de asfalto presentan menor desgaste. Se concluye que la incorporación de asfalto a los bloques de adobes convencionales mejora las propiedades físico-mecánicas de éstas.

Palabras clave: Adobe, asfalto

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the variation of the physical-mechanical properties of adobe when adding asphalt emulsion at 2%, 4% and 6%. A total of 96 adobe blocks were made (24 traditional adobes, 24 adobes with 2% asphalt, 24 adobes with 4% asphalt and 24 adobes with 6% asphalt), these blocks were subjected to tests for resistance to compression, flexural strength, absorption and total saturation. From the laboratory tests, a compressive strength of 15.34 kg/cm² was achieved, corresponding to the adobe units with 6% asphalt. In the flexural strength tests, a maximum value of 3.36 kg/cm² was obtained; Both values are higher than those obtained with traditional adobe bricks. In the absorption tests, it was recorded that the adobe units with 6% asphalt decreased the percentage of absorption over conventional adobes by up to 29%. It was also observed that the adobes with the addition of asphalt show less wear. It is concluded that the incorporation of asphalt to conventional adobe blocks improves their physical-mechanical properties.

Keywords: Adobe, asphalt

¹Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Correo electrónico: lliselaramirez@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el adobe ha sido uno de los materiales más utilizados para la construcción de viviendas en nuestro país, sin embargo, al tener una normativa básica, las viviendas construidas con este material presentan deficiencias y registran fallas técnicas ante sismos e inundaciones (Romero & Callasi, 2017).

Teniendo en cuenta que la mayoría de viviendas en las zonas urbanas del Perú son hechas de adobe y/o tapial, se podría afirmar que el tipo de construcción y el material con el que estas están construidas es uno de los principales factores de vulnerabilidad.

Según Romero & Callasi (2017) en su investigación demostraron que “las unidades de adobe con adición de asfalto al 10% son un 81,15% más resistentes a la compresión que la unidad de adobe con paja, así como también superaron satisfactoriamente las pruebas con presencia de agua”. Mientras que Torres, (2017), indicó que “el adobe es un material de gran calidad, y existe la posibilidad de mezclarlo con varios compuestos que lo mejoran y lo especializan para varios usos”.

Según estudios realizados por Arteaga & Loja (2018) sobre mejoramiento del adobe convencional recomiendan que “para estabilizar adobes convencionales con asfalto es recomendable trabajar hasta una dosis máxima del 5% ya que con esta dosis se mejora ampliamente las propiedades mecánicas del adobe y si se excede esta dosis la fabricación resulta más compleja”.

Así mismo, Gudiel & Huamán (2015) sostuvieron que “las propiedades resistentes y físicas del adobe estabilizados superan ampliamente a las del adobe tradicional, estas unidades estabilizadas son más estéticas y no ocupan grandes espacios para su almacenamiento y su manipulación es más cómoda”.

En la ciudad de Luya, Departamento de Amazonas, la mayoría de viviendas están construidas de adobe tradicional, por lo que se tiene gran demanda en la producción de este material para la construcción de las mismas, pero algunos pobladores construyen sus viviendas de adobe en la ribera del río Jucusbamba, las cuales sufren daños cuando el caudal del río aumenta y se desborda de su cauce natural ingresando a los domicilios, debilitando los cimientos y paredes dejando a estas viviendas susceptibles frente a fuertes sismos e inundaciones futuras.

Dicha problemática de construcción me involucró a desarrollar la siguiente investigación que se originó con la siguiente incógnita ¿Cómo mejoraría las propiedades físico - mecánicas del suelo con la adición de asfalto en la elaboración de adobes?, debido a que constructores elaboran sus adobes de manera artesanal y empírica, sin el debido control de

calidad, por lo que se puede observar viviendas de adobe con fallas técnicas (grietas, fisuras). Por tal motivo la hipótesis quedó definida en que la adición de asfalto, en un porcentaje de 6% en la fabricación de adobes, mejora sus propiedades físico-mecánicas, aumentando su resistencia a compresión y flexión hasta en 10 % y 5% respectivamente, disminuyendo hasta en 3% la absorción de agua y disminuyendo su desgaste ante saturación total.

En el presente trabajo de investigación se mejoró las propiedades físico - mecánicas del suelo con incorporación de asfalto en la elaboración de adobes, en proporciones de 2%, 4% y 6%, lo cual se sometió a ensayos de laboratorio y se verificó que las propiedades de la tierra utilizada en la elaboración de adobes cumplan con la Norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, así mismo se determinó la resistencia a la compresión y flexión, el grado de absorción y desgaste de los adobes tradicionales y estabilizados.

II. MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizó un lote de 96 unidades de adobes, entre adobes estabilizados (tierra-asfalto) y adobes tradicionales fabricados in situ en el barrio Labrador, en la localidad de Luya, Provincia de Luya, Amazonas, 2019.

Se evaluó los resultados obtenidos en el laboratorio sobre los ensayos de: saturación total, absorción, resistencia a compresión y flexión.

Para elaborar los bloques de adobe convencional se picó el suelo con mejor resistencia (tierra arcillosa), a la cual se agregó agua, el suelo saturado se dejó reposar por 24 horas, pasado ese tiempo se añadió la paja y se moldea y se pone a secar en un área bien ventilada, por lo general unos 25 a 30 días, pero protegida de los rayos solares durante los dos primeros días para evitar agrietamientos indeseables.

Para elaborar los adobes con adición de asfalto, se picó el suelo con mejor resistencia (tierra arcillosa), a la cual se agrega agua y se deja reposar por 24 horas, pasado ese tiempo se agregada la paja y el estabilizante (asfalto) en las proporciones correspondientes de acuerdo al peso seco, se moldea y se pone a secar unos 25 a 30 días en un área bien ventilada.

Se examinó y presencié las diferentes reacciones que sufrieron los especímenes a los diferentes ensayos a los que fueron sometidos.

Se utilizaron fichas técnicas brindadas por el laboratorio de suelos de la Dirección de Transportes y Comunicaciones de la región Amazonas, Perú, para los diferentes ensayos, en la cual se registró lo observado.

III. RESULTADOS

Figura 1

Resumen de ensayo de resistencia a compresión. Esfuerzo de rotura de adobes tradicionales y estabilizados con asfalto al 2%, 4% y 6%

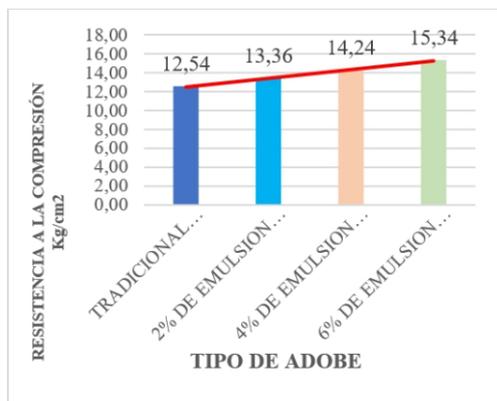


Figura 2

Resumen del ensayo de resistencia a flexión. Rotura de adobes convencionales y estabilizados con asfalto al 2%, 4% y 6%

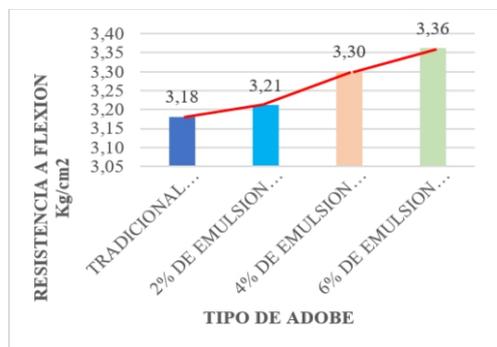


Figura 3

Resumen del ensayo de absorción de agua. Porcentaje de absorción de agua de adobes convencionales y estabilizados con asfalto al 2%, 4% y 6%

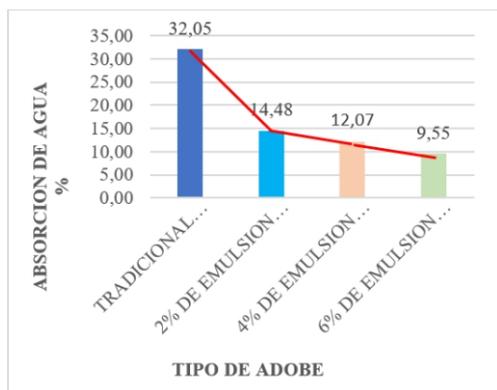


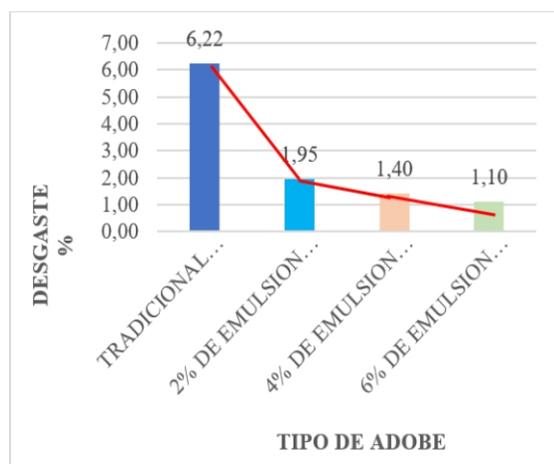
Tabla 1

Saturación total de las unidades de adobes

ESPÉCIMEN	DESGASTE PROMEDIO (%)	EVALUACIÓN PROMEDIO
ABOBE TRADICIONAL	6,22	Severo (S)
ADOBE CON 2% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	1,95	Moderado (M)
ADOBE CON 4% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	1,40	Ligero (L)
ADOBE CON 6% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	1,10	Ligero (L)

Figura 4

Resumen desgaste promedio de bloques de adobe. Desgaste y evaluación de bloques de adobes convencionales y estabilizados con asfalto al 2%, 4% y 6%



VI. DISCUSIÓN

Según la prueba de resistencia a la compresión se observó que tanto los adobes tradicionales como los estabilizados cumplen con lo especificado con la Norma E. 080 - RNE (2014) que indica la resistencia mínima es de 10,2 kg/cm², por lo que se aceptó la hipótesis de que la adición de asfalto en un porcentaje de 6% en la fabricación de adobes aumenta la resistencia a compresión respecto al adobe tradicional, ya que teniendo en cuenta los valores obtenidos del ensayo, la resistencia a la compresión del adobe tradicional es de 12,54 kg/cm² y adobe estabilizado al 6% es de 15,34 kg/cm², por lo cual se comprobó que la adición del asfalto en un 6% aumenta la resistencia a la compresión respecto al adobe tradicional en un 22%, concordando con Arteaga & Loja (2018) quienes concluyeron que “los

adobes tradicionales obtuvieron una resistencia a compresión de $12,5 \text{ kg/cm}^2$ y los adobes estabilizados con asfalto al 10% obtuvo un valor de $20,3 \text{ kg/cm}^2$, representando un incremento del 62,28% respecto del adobe convencional”, de la misma manera los resultados encontrados en la presente investigación coinciden con los autores Romero & Callasi (2017) quienes en su investigación concluyeron que “las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5 % y 10% son un 52,35 % y 81,15% respectivamente más resistentes a la compresión que las unidades de adobe tradicional”. Mientras que Salvador (2019) concluyó que el “adobe estabilizado con asfalto posee mayor resistencia a la compresión con respecto al adobe tradicional, ya que sus valores obtenidos en las dosificaciones 3%, 6, % 9% ($13,17 \text{ kg/cm}^2$, $14,38 \text{ kg/cm}^2$ y $16,04 \text{ kg/cm}^2$) superan a dicho adobe convencional que obtuvo un valor de $11,37 \text{ kg/cm}^2$, valores muy similares a los encontrados en la presente investigación. De igual manera Rivas (2019) en su investigación tuvo resultados que se asemejan, ya que concluyo que los “adobes estabilizados con 3%, 5% y 10% de emulsión asfáltica, alcanzaron una resistencia a la compresión de $14,40 \text{ kg/cm}^2$, $15,10 \text{ kg/cm}^2$ y $16,90 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

De acuerdo con los resultados obtenido del ensayo resistencia a la flexión se observó que la incorporación de asfalto al adobe tradicional aumenta levemente un 5,6% su resistencia, siendo el adobe estabilizado con asfalto al 6% el que alcanzo la resistencia más alta con un valor de $3,36 \text{ kg/cm}^2$ y el adobe tradicional un valor de $3,18 \text{ kg/cm}^2$, dichos valores concuerdan con los estudios realizados por Arteaga & Loja (2018) quienes concluyeron que “el adobe con paja obtuvo un valor de $1,80 \text{ kg/cm}^2$ y los adobes tradicionales con adición de asfalto al 10% obtuvieron un valor de $2,80 \text{ kg/cm}^2$, representando un aumento del 54,45% respecto del adobe convencional”. De igual manera los resultados encontrados en la presente investigación coinciden con el autor Rivas (2019) quien concluyo que los “adobes estabilizados con 3%, 5% y 10% de emulsión asfáltica, alcanzaron una resistencia a la compresión de $14,40 \text{ kg/cm}^2$, $15,10 \text{ kg/cm}^2$ y $16,90 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente”.

Se observo que la adición de asfalto al adobe convencional reduce en un 29% la absorción de agua, siendo el adobe con incorporación de asfalto al 6% el que obtuvo el mejor valor de 9.55% con respecto al adobe tradicional que obtuvo un valor de 32,05 %, estos valores se asemejan a la investigación de los autores Arteaga & Loja (2018) quienes concluyeron que “la absorción de agua del adobe convencional obtuvo un valor de 3% y el adobe con incorporación de asfalto al 10% obtuvo un valor de 0,41% representando una disminución del 86,33%”. Por otro lado, Rivas (2019) en su investigación concluyo

que “la absorción del adobe patrón fue nula ya que se deshizo la muestra, mientras que los adobes estabilizados con 3%, 5% y 10% de emulsión asfáltica, obtuvieron un promedio de 23,42%, 26,03% y 13,94% respectivamente, valores que se asemejan a mi investigación.

Se observó que los adobes tradicionales sufrieron más daños en su estructura (desprendimiento de superficie y bordes), quedando la bandeja de color marrón por su descomposición, por otro lado, los adobes con adición de asfalto en sus diferentes porcentajes presentaron mejores resultados ante una saturación de agua. También se observó que los adobes estabilizados con asfalto al 6% presentaron un porcentaje menor de desgaste en comparación con los adobes con paja, obteniendo un valor mínimo de desgaste de 1.10%, concordante con estudios sobre adobe estabilizado realizados por Mantilla (2018), quien concluyó que “los bloques de adobe que presenta una exposición más favorable ante la saturación total, son los adobes con incorporación de 5% de caucho, presentando una ligera exposición ante la saturación agua y un bajo porcentaje de desgaste”.

V. CONCLUSIONES

La adición de asfalto en un porcentaje de 6% en la elaboración de adobes mejoró las propiedades físico -mecánicas del adobe tradicional, ya que aumentó su resistencia a la compresión en un 22 %, su resistencia a la flexión aumentó en un 5,6%, disminuyó la absorción de agua en un 29% y mejoró su durabilidad ante situaciones de saturación.

El suelo empleado para la fabricación de adobes cumple con la Norma E-080, ya que de acuerdo a los parámetros del análisis granulométrico y límites de Atterberg según el Método SUCS el suelo empleado es: Arena arcillosa (SC-SM).

Las unidades de adobes tradicionales y estabilizadas con asfalto presentaron resistencias a la compresión mayores a lo especificado en la Norma E. 080, es de $10,2 \text{ kg/cm}^2$ como resistencia mínima, siendo los adobes con incorporación de 6% de asfalto los que presentaron mejor resistencia a compresión, ya que alcanzo un valor de $15,34 \text{ kg/cm}^2$, por otro lado, los adobes con paja obtuvieron un valor de $12,54 \text{ kg/cm}^2$, concluyendo que a mayor cantidad de emulsión asfáltica RC-250, se obtiene mejores resultados. Así mismo con la incorporación de asfalto al adobe en un porcentaje de 6% se alcanzó una resistencia a la flexión de $3,36 \text{ kg/cm}^2$, mejorando en un 5,6% la resistencia del adobe tradicional el cual obtuvo un valor de $3,18 \text{ kg/cm}^2$, observando que a mayor proporción de emulsión asfáltica RC-250 se incrementa la resistencia a la flexión del adobe tradicional.

Los adobes con 6% de asfalto tuvieron buen comportamiento frente al adobe tradicional, obteniendo un porcentaje de absorción de 9,55 %, presentando una reducción de 29% en comparación con el adobe con paja que obtuvo un valor de 32,05%.

La adición de asfalto al adobe tradicional en un porcentaje de 6% mejoró las propiedades del adobe, ya que ante una saturación prolongada con agua presentó un valor de desgaste de 1,10%, mientras que el adobe tradicional obtuvo un valor de 6,22%, presentando una reducción de 17,68% en relación al adobe tradicional.

Los adobes presentan mejoras en sus propiedades cuando se incorpora el estabilizante asfalto.

unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019 [Tesis pregrado]. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/42695>

Tejada Schmidt, U. (2001). *Buena tierra : apuntes para el diseño y construcción con adobe : consideraciones sismo resistentes*. Lima: Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional - CIDAP 2001.

Torres, M. (2017). *Prototipo de Vivienda Social Modular Emergente, con Adobe Estabilizado, para el Caso de Erupción del Volcán Cotopaxi* [tesis doctoral]. Ecuador: Universidad de Extremadura.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arteaga, J., & Loja, L. (2018). *Diseño de adobes estabilizados con emulsion asfáltica* [tesis pregrado]. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30332>

Gudiel, M., & Huamán, Z. (2015). *Análisis de la variación de magnitudes de las propiedades resistentes y físicas de un adobe estabilizado con cemento portland tipo IP respecto a un adobe tradicional* [tesis pregrado]. Cusco: Universidad Andina del Cusco. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/64>

Mantilla, J. (2018). *Variación de las Propiedades Físico Mecánicas del Adobe al Incorporar Viruta y Caucho* [tesis pregrado]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1996>

Norma E. 080 - RNE. (2014). Perú: Megabyte s.a.c.

Rivas, Y. (2019). *Estabilización del adobe con adición de emulsión asfáltica RC-250 enfriado en el anexo de Cullpa Alta, Huancaayo, 2019* [tesis pregrado]. Lima: universidad Cesar Vallejo.

Romero, V., & Callasi, C. (2017). *Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*. [tesis pregrado]. Cusco: Universidad Andina del Cusco. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1052>

Salvador, O. (2019). *Evaluación del comportamiento a compresión de las unidades de adobe convencional frente a las*