

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de
adobes estabilizados con celulosa de cartón reciclado y
cenizas puzolánicas naturales**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Luis Beltran Quispe Peña
Zenaida Levi Checya Quispe

Asesor:

Mg. Ecler Mamani Chambi

Juliaca, setiembre de 2026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **ECLER MAMANI CHAMBI** docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y TÉRMICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CELULOSA DE CARTÓN RECICLADO Y CENIZAS PUZOLÁNICAS NATURALES"** los autores Luis Beltran Quispe Peña y Zenaida Levi Checya Quispe, tiene un índice de similitud de 15% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 07 días del mes de octubre del año 2026.



Mg. Ecler Mamani Chambi

Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunkueri, a 24 día(s) del mes de septiembre del año 2016, siendo las 16:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(s)

el/la Herson Duberly Piro Gusi el (la) secretario(a) el/la Lily Zen Gonzales
y los demás miembros: el/la Gerardo William Piro Quipe
y el (la) asesor(a) Msc. Eder Mariani Chambi

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

"Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de adobes estabilizados con celulosa de cartón reciclado y cenizas volcánicas naturales"

del/los bachiller(es): a) Zoraida Yori Chueya Quipe
b) Luis Deltram Quipe Peña

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil
(denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Zoraida Yori Chueya Quipe

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Luis Deltram Quipe Peña

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Herson Duberly Piro Gusi
Presidente(a)
Zoraida Yori Chueya Quipe
Bachiller (a)

Luis Deltram Quipe Peña
Miembro
Luis Deltram Quipe Peña
Bachiller (b)

Lily Zen Gonzales
Secretaría
Gerardo William Piro Quipe
Miembro
Luis Deltram Quipe Peña
Bachiller (c)

Índice de contenido

1. Introducción	6
2. Materiales y métodos	7
2.1 Materiales.....	7
Suelo	7
Celulosa de cartón reciclado CCR.....	8
Ceniza puzolánica natural CPN	8
2.2 Diseño experimental y dosificación de las mezclas.....	8
2.3 Diseño experimental y dosificación de las mezclas.....	9
Preparación del suelo.....	9
Preparación de las mezclas.	9
Moldeado de las unidades	10
Curado de las unidades	10
2.4. Programa experimental	10
Ensayo de absorción de agua por capilaridad	11
Resistencia a la erosión por Lluvia.....	11
Resistencia a compresión de unidades.....	12
Resistencia axial de pilas.	12
Resistencia diagonal de muretes.	13
Conductividad térmica.	13
3. Resultados.....	14
3.1 Propiedades físicas	14
3.2 Propiedades mecánicas.....	15
3.3 Propiedades térmicas.....	17
4. Discusión.....	18
5. Conclusiones	20
References	21
Anexos.....	21

Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de adobes estabilizados con celulosa de cartón reciclado y cenizas puzolánicas naturales

Evaluation of the physical, mechanical, and thermal properties of adobe blocks stabilized with recycled cardboard cellulose and natural pozzolanic ashes

Luis Beltran Quispe Peña ¹ and Zenaida Levi Checya Quispe ^{2*}

¹ luis.qp@upeu.edu.pe

² zenaida.checya@upeu.edu.pe

Resumen

El adobe es uno de los materiales de construcción más utilizados en viviendas rurales debido a su disponibilidad, bajo costo y reducido impacto ambiental; sin embargo, su elevada absorción de agua, limitada resistencia mecánica y baja durabilidad frente a la humedad restringen su aplicación. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la incorporación de celulosa de cartón reciclado (CCR) y ceniza puzolánica natural (CPN) sobre las propiedades físicas, mecánicas y térmicas del adobe. Se fabricó una mezcla de control y tres mezclas estabilizadas con un contenido constante de 10 % de CPN y adiciones de 1.0, 1.5 y 2.0 % de CCR, respecto al peso seco del suelo. Se evaluaron la absorción de agua por capilaridad, la resistencia a la erosión acelerada, la resistencia a compresión de unidades, la resistencia axial de pilas, la resistencia diagonal de muretes y la conductividad térmica; los resultados fueron analizados mediante ANOVA y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$). La mezcla con 10 % de CPN y 1.0 % de CCR presentó el mejor desempeño integral, alcanzando una absorción de agua de 20.43 %, una resistencia a compresión de unidades de 19.25 kg/cm², una resistencia axial de pilas de 8.64 kg/cm², una resistencia diagonal de muretes de 0.104 kg/cm² y una conductividad térmica de 0.41 W/m·K. Asimismo, redujo aproximadamente un 81 % la profundidad de erosión respecto a la mezcla de control. Estos resultados demuestran que la combinación de CCR y CPN genera un efecto sinérgico que mejora simultáneamente la durabilidad, la resistencia mecánica y el aislamiento térmico del adobe, constituyéndose en una alternativa sostenible para el desarrollo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental.

Palabras clave:

Adobe; celulosa de cartón reciclado; ceniza puzolánica natural; conductividad térmica; durabilidad; construcción sostenible.