

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



**Evaluación estructural de adobe reforzado con fibras de totora
y mucílago de nopal en zonas altoandinas**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Rocio Milagros Mamani Mamani

Jhon Mateus Quispe Quispe

Asesor:

Mg. Herson Duberly Pari Cusi

Juliaca, agosto de 2026

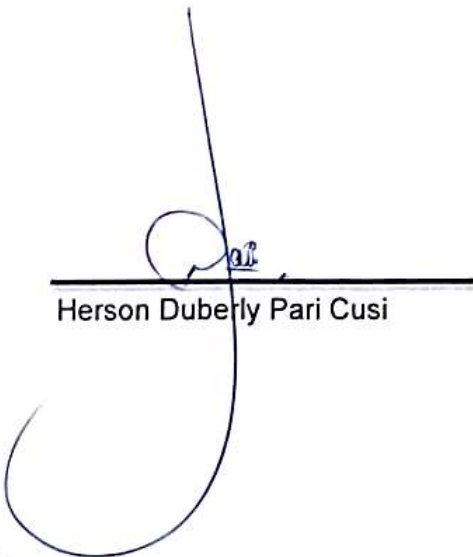
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Herson Duberly Pari Cusi, 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 ESTRUCTURAL DE ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE TOTORA Y MUCÍLAGO DE NOPAL EN ZONAS ALTOANDINAS"** de los autores (Rocio Milagros Mamani Mamani, Jhon Mateus Quispe Quispe) tiene un índice de similitud de 14 % 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 9 días del mes de setiembre del año 2026.



Herson Duberly Pari Cusi

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 31 día(s) del mes de agosto del año 2021, siendo las 15:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mtro. Leonel Chahuans Pauar el (la) secretario(a): Msc. Ecler Mamani Chambi
y los demás miembros: Msc. Arnaldo Colui Galaza
y el (la) asesor(a): Msc. Lleson Duberly Pori Luni

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:
Evaluación estructural de adobe reforzado con fibras de totora y micélagos de nopal en zonas altoandinas

del(los) bachiller/es: a) Rocio Milagros Mamani Mamani

b) Jhon Mateus Quipe Quipe

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

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 al (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): Rocio Milagros Mamani Mamani

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

Bachiller (b): Jhon Mateus Quipe Quipe

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.

[Firma]
Presidente/a
[Firma]
Asesor/a
[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretario/a
[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (c)

Índice

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	1
1. INTRODUCCIÓN	8
2. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS	8
2.1. Materiales utilizados.....	8
2.2. Técnicas de recolección de datos.....	9
2.3. Diseño Experimental	10
2.4. Elaboración de muestras.....	12
3. PRUEBAS Y MÉTODOS.....	12
3.1. Ensayos experimentales.....	12
3.2. Diseño de Investigación	13
3.3. Análisis Estadístico	13
4. RESULTADOS.....	13
4.1. Pesos	13
4.2. Ensayo de Absorción.....	14
4.3. Ensayo de Succión.....	15
4.4. Resistencia a la compresión de cubos.....	17
4.5. Resistencia a la flexión.....	18
4.6. Ensayo de Erosión.....	19
4.7. Resistencia a la compresión de Pilas	20
4.8. Resistencia a la compresión de Muretes	20
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
Ensayo de Absorción.....	21
Ensayo de Succión	22
Resistencia a compresión de bloques de adobes.....	23
Ensayo de resistencia a la Flexión.....	24
Ensayo de Erosión.....	25
Ensayo de Pilas	27
Ensayo de Muretes	28
5. DISCUSION	29
6. CONCLUSIONES	30
7. REFERENCIAS.....	31
8. ANEXOS	33

Evaluación estructural de adobe reforzado con fibras de totora y mucílago de nopal en zonas altoandinas

Structural evaluation of adobe reinforced with totora fibers and nopal mucilage in high-Andean zones

● J. Quispe^a✉, ● R. Mamani^a

a. Universidad Peruana Unión

b. Escuela Profesional de Ingeniería y Arquitectura

✉: rociom28122000@gmail.com

✉: jhonmateusq@gmail.com

RESUMEN: Esta investigación evaluó el efecto de la incorporación conjunta de fibra de totora (*Schoenoplectus americanus*) y mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la mejora físico-mecánica de bloques de adobe fabricados con suelo CL de Ácora, Puno, para mitigar la baja resistencia y alta susceptibilidad hídrica del adobe convencional en viviendas altoandinas. Mediante un diseño experimental factorial soportado en parámetros Proctor Estándar (MDD = 2.002 g/cm³; OMC = 10.70%), se determinó como dosificación óptima 5% de totora y 16% de mucílago. En unidades sueltas, el compuesto optimizado elevó la resistencia a la compresión de cubos de 9.21 a 12.28 kg/cm² —superando los 10.2 kg/cm² exigidos por la Norma Técnica E.080 e incrementó la flexión en 83.03% (de 4.62 frente a 8.45). A escala estructural, la mezcla aumentó la resistencia a compresión en pilas en 39.25% (9.26 kg/cm²) y al corte diagonal en muretes en 40.7% (0.46 kg/cm²). En el comportamiento hídrico, la absorción disminuyó 29.6%, la succión capilar se redujo 30.5% y la profundidad de erosión por aspersión descendió de 11.45 mm a 8.29 mm bajo una presión de 0.02211 MPa, logrando la condición de "Apto" (menor o igual a 10 mm) con un decremento de masa marginal de apenas 2.21%. Los análisis de varianza, Tukey, t de Student, Shapiro-Wilk y Bartlett confirmaron la significancia estadística ($p < 0.05$). Se concluye que la interacción lignocelulósica-biopolímero confiere una integridad estructural superior y durabilidad hídrica idónea para viviendas sostenibles en el Altiplano.

PALABRAS CLAVE: Adobe, Fibra de totora, Mucílago de nopal, Compresión diagonal, Ensayo Proctor, Erosión por aspersión.

ABSTRACT: This research evaluated the effect of the joint incorporation of totora fiber (*Schoenoplectus americanus*) and nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*) on the physical-mechanical improvement of adobe blocks manufactured with CL soil from Ácora, Puno, in order to mitigate the low strength and high-water susceptibility of conventional adobe in High-Andean housing. Through a factorial experimental design supported by standard Proctor parameters (MDD = 2.002 g/cm³; OMC = 10.70%), a 5% totora and 16% mucilage was determined as the optimum dosage. In individual units, the optimized compound increased the compressive strength of cubes from 9.21 to 12.28 kg/cm² —surpassing the 10.2 kg/cm² required by the E.080 Technical Standard— and increased flexion by 83.03% (from 4.62 to 8.45 kg/cm²). On a structural scale, the mixture increased the compressive strength in prisms by 39.25% (9.26 kg/cm²) and diagonal shear in walls by 40.7% (0.46 kg/cm²). Regarding hydric behavior, water absorption decreased by 29.6%, capillary suction was reduced by 30.5%, and the spray erosion depth dropped from 11.45 mm to 8.29 mm under a constant hydraulic pressure of 0.02211 MPa, achieving the "Suitable" condition (less than or equal to 10 mm) with a marginal mass decrease of just 2.21%. Analysis of variance, Tukey, Student's t, Shapiro-Wilk, and Bartlett tests confirmed statistical significance ($p < 0.05$). It is concluded that the lignocellulosic-biopolymer interaction confers superior structural integrity and ideal hydric durability for sustainable housing in the Altiplano.

KEY WORDS: Adobe, Totora fiber, Nopal mucilage, Diagonal compression, Proctor test, Spray erosion.