

## Análisis del tapial con diferentes dosificaciones de cemento como alternativa en estructuras portantes

Denis Sitzmann<sup>a</sup>; Pamela Konrad<sup>b</sup>; Diego Chávez<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Itapúa. Encarnación, Paraguay. [denis.sitzmann@fiuni.edu.py](mailto:denis.sitzmann@fiuni.edu.py)

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Itapúa. Encarnación, Paraguay. [pamela.konrad@fiuni.edu.py](mailto:pamela.konrad@fiuni.edu.py)

<sup>c</sup> Universidad Nacional de Itapúa. Encarnación, Paraguay. [diego.chavez@fiuni.edu.py](mailto:diego.chavez@fiuni.edu.py)

---

### Resumen

El tapial es una técnica constructiva que consiste en la elaboración de muros con tierra húmeda, compactada a golpes por un pisón relleno en diferentes capas. Los muros construidos con este método son estructuras portantes. Las informaciones que se encuentran disponibles varían considerablemente según el tipo de suelo, composición, humedad y grado de compactación de la mezcla. En la medida en que se combinen estos factores también se verán afectadas las propiedades físicas y mecánicas del tapial. Actualmente es una práctica empírica, debido a esto, surge la necesidad de analizar la resistencia a la compresión simple para obtener su verdadera capacidad de carga. Para determinar la mezcla apropiada para la elaboración de cuerpos de prueba prismáticos, se adoptaron 4 dosificaciones: suelo sin estabilizar, suelo-cemento al 3%, 5% y 10%, a los cuales se les realizaron ensayos de resistencia a la compresión simple y erosión por goteo, cumpliendo los parámetros establecidos por la normativa ABNT NBR 17014. Las probetas se ensayaron a compresión simple a los 14, 21 y 28 días para observar la evolución de la resistencia. Por otra parte, se estudió la erosión por goteo para determinar la resistencia ante agentes destructivos como el agua, elemento que interfiere en la durabilidad de la estructura. La mezcla de suelo-cemento al (10%) fue la que alcanzó los mayores valores de resistencia a la compresión simple, mientras que los ensayos de erosión por goteo obtuvieron resultados satisfactorios para las dosificaciones ensayadas.

Palabras clave: tapial, sostenible, suelo-cemento.

---

### Abstract

The Rammed earth is a construction technique that consists of making walls with moist earth, compacted by beating with a tamper, filling a formwork in different layers. Walls built with this method are load-bearing structures. The information available varies considerably depending on the type of soil, composition, humidity and degree of compaction of the mixture. To the extent that these factors are combined, the physical and mechanical properties of the rammed earth will also be affected. Currently it is an empirical practice, due to this, the need arises to analyze the simple compression resistance to obtain its true load capacity. To determine the appropriate mixture for the preparation of prismatic test bodies, 4 dosages were adopted: unstabilized soil, soil-cement at 3%, 5% and 10%,

to which simple and compressive strength tests were carried out. drip erosion, complying with the parameters established by the ABNT NBR 17014 regulations. The research sample were tested in simple compression at 14, 21 and 28 days to observe the evolution of resistance. On the other hand, drip erosion was studied to determine the resistance to destructive agents such as water, an element that interferes with the durability of the structure. The soil-cement mixture (10%) was the one that reached the highest values of simple compression resistance, while the drip erosion tests obtained satisfactory results for the dosages tested.

Keywords: rammed earth, sustainable, soil-cement.

## 1. Introducción

La construcción con tierra es la práctica más difundida por el hombre desde tiempos prehistóricos, que indiscutiblemente en los últimos años decreció debido a las nuevas tendencias constructivas. En gran medida, su supervivencia secular obedece a la abundancia de su materia prima, a la economía de sus procesos constructivos, a sus cualidades bioclimáticas y a la armonía de su interrelación con el medio ambiente en que se desenvuelve.

El tapial o tierra apisonada es un método constructivo que consiste en la elaboración de muros con tierra húmeda, compactada a golpes por un pisón rellenando una tapialera (encofrado) con diferentes capas. Esta antigua técnica constructiva, es una excelente alternativa de construcción sostenible, ya que implementa materiales de fácil reciclaje y baja energía incorporada, mitigando así los efectos del cambio climático y reduciendo significativamente la huella de carbono.

Los muros construidos con esta técnica son estructuras portantes, capaces de soportar cargas generadas por las cubiertas y demás piezas estructurales. Las informaciones disponibles varían considerablemente dependiendo del tipo de suelo, estabilizadores utilizados y condiciones

climáticas de la zona en la que se encuentre la edificación. De allí surge la necesidad de conocer la capacidad de carga axial a compresión simple, a modo de determinar su resistencia y máxima capacidad de carga antes del colapso, así como su resistencia ante agentes destructivos como el agua, que interfiere en la durabilidad de la estructura.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Comparar la resistencia a la compresión simple de probetas de tierra apisonada con diferentes dosificaciones de cemento.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Analizar las dosificaciones de suelo y cemento utilizadas en la composición de la mezcla, sometiéndolas a compresión simple.
- Determinar el efecto de la erosión por goteo en las probetas prismáticas.

## 3. Materiales y Métodos

### 3.1 Materiales y equipos

Para la selección de los materiales se tuvo en cuenta la normativa ABNT NBR 17014, que establece que los suelos utilizados en mezclas de tapial deben ser predominantemente arenosos.

Empleando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y por medio del ensayo de límites de Atterberg se determinaron las características del suelo que cumplían con lo establecido en la normativa. El suelo utilizado corresponde a una arena con partículas finas arcillosas.

El cemento usado para la investigación fue el Cemento Portland Compuesto CPII – C32 de la marca Yguazú, que cumple con la Norma Paraguaya NP 1704480.

Los siguientes equipos fueron utilizados para realizar los ensayos experimentales:

#### **Encofrado**

El encofrado o tapialera crea el espacio negativo que llena la tierra apisonada. Deben constituirse por placas rígidas y elementos estructurales suficientes para garantizar la tolerancia dimensional, la plomada, la alineación y la integridad de la tapia.

Se utilizaron tapias de madera de pino cepillada, asegurada con pernos y varillas roscadas y para determinar las dimensiones se utilizaron los parámetros establecidos en la normativa base.

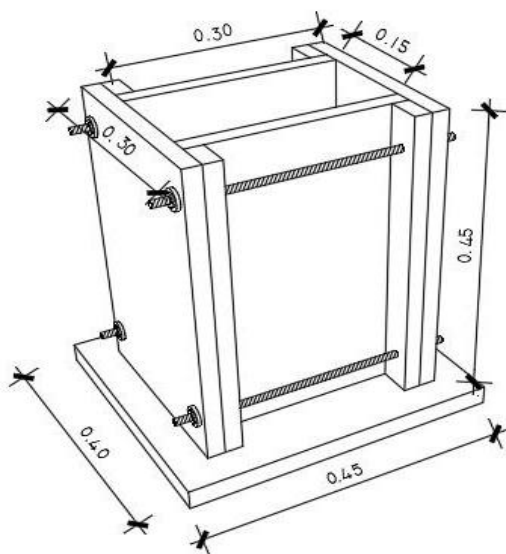


Fig. 1. Prototipo de tapialera.

#### **Pisón**

El pisón se utiliza para compactar la tierra suelta, y también es conocido como apisonador o mazo. Según normativa debe pesar aproximadamente 2500 gramos.

#### **Medidor de humedad – Hidrofarm**

El Hidrofarm de la marca Falker se utilizó para la realización de las mediciones de humedad in situ, durante la preparación de las mezclas de suelo, para la elaboración de las probetas.

#### **Prensa hidráulica**

Empleada para la rotura de probetas sometidas a esfuerzos de compresión simple.

### **3.2 Preparación de las probetas**

#### **Dosificación de las probetas con suelo – cemento**

Para establecer los porcentajes de cemento requeridos en la elaboración de las probetas estabilizadas, para suelos arenosos, la PCA (Portland Cement Association) nos sugiere el Método Corto de determinación mediante la granulometría del suelo y nos proporciona una tabla con contenidos aproximados en porcentaje de peso requerido según el tipo de suelo de la clasificación AASHTO y SUCS, que a su vez se ajustaron a los datos recopilados en entrevistas realizadas a profesionales a nivel nacional, con experiencia en el rubro del tapial.

De acuerdo a la ABNT NBR 17014 [1] para la determinación de la resistencia a la compresión simple de los cuerpos de prueba prismáticos la muestra debe estar constituida por 3 a 5 probetas y para la determinación de la erosión por goteo en cuerpos de prueba prismáticos la muestra debe estar compuesta de 2 probetas.

Se adoptaron un total de 3 probetas por dosificación para ensayar a compresión simple a los 14 y 21 días, para observar la

evolución de la resistencia y 4 probetas por dosificación para ensayar a los 28 días. Así también, se usaron 4 probetas para el ensayo de erosión por goteo, 2 sin estabilizar y 2 estabilizadas con 10% de cemento.

Para el trabajo se prepararon:

12 réplicas de las probetas experimentales sin estabilizantes, de dimensiones 15 cm x 30 cm x 30 cm.

10 réplicas de las probetas experimentales con Cemento Portland Compuesto CPII – C32 y 3% de cemento en peso, de dimensiones 15 cm x 30 cm x 30 cm.

10 réplicas de las probetas experimentales con Cemento Portland Compuesto CPII – C32 y 5% de cemento en peso, de dimensiones 15 cm x 30 cm x 30 cm.

12 réplicas de las probetas experimentales con Cemento Portland Compuesto CPII – C32 y 10% de cemento en peso, de dimensiones 15 cm x 30 cm x 30 cm.

#### **Modelado de probetas**

Se inició con el cálculo de las dosificaciones en peso de los materiales constituyentes, suelo para las probetas sin estabilizar y suelo + cemento para las probetas estabilizadas. Las dosificaciones se hicieron por camadas de  $\pm 90$  kg de suelo, lo que bastaba para la elaboración de 3 probetas, se optó por mantener esta cantidad por cada tanda a modo de evitar la pérdida de humedad de la mezcla, ya que las 3 probetas se realizaban en simultáneo.

Luego se utilizó el medidor de humedad in situ “HidroFarm” de Falker (Fig. 2) para realizar 3 mediciones en puntos aleatorios de la mezcla y sacar un promedio de la misma; este valor se utilizó para calcular la humedad óptima, obtenida de los ensayos Próctor Normal. Una vez pesado el agua, se incorporó a la mezcla

de suelo + cemento, en forma de lluvia a modo de evitar la formación de terrones. Se realizó un mezclado energético con palas.



Fig. 2. Medición de la humedad de la mezcla utilizando el HidroFarm.

En simultáneo, se realizó el armado y nivelación de los moldes o encofrados que estaban previamente enumerados para asegurar que todas las piezas encajen correctamente, a su vez se aceitaron las caras internas de los mismos.

Los encofrados tenían en una de sus caras internas laterales marcas que indicaban la altura que debía alcanzar el suelo vertido (15 cm) y una vez compactado (7,5 cm).

Con la ayuda de la pala chica y las cucharas metálicas se incorporó la mezcla de suelo dentro de los encofrados y se procedió a compactar mediante la implementación de los pisones de madera (Fig. 3).



Fig. 3. Compactación de la primera capa de suelo utilizando el pison.

Una vez culminada la primera capa, se realizó una remoción superficial con ayuda del machetillo, con el objeto de asegurar el ligue (adherencia) entre la primera capa y la consecuente. Este proceso se realizó unas 3 veces hasta conseguir la altura deseada.



Fig. 4. Escarificación superficial de la capa para asegurar la adherencia.

Posteriormente, se realizó el desencofrado de las probetas con cuidado de no dañar las aristas de éstas. Se procedió al transporte de los prototipos a un espacio destinado para su posterior curado, protegido de los agentes climáticos y otros.

Para la fabricación de 50 probetas se invirtió dos días de trabajo, 42 necesarias para los ensayos y 8 para reposición en caso de que las otras sufrieran desperfectos.

El curado de las probetas de suelo-cemento (Fig. 5) se inició el día siguiente de su fabricación, y se extendió por un periodo de 7 días. Hay que tomar en cuenta que los procedimientos de curado no se encuentran normalizados, y se optó por realizarlo dos veces al día, por la mañana y por la tarde, mediante la utilización de atomizadores con los que se roció agua sobre todas las caras a excepción de las bases de apoyo.



Fig. 5. Curado de las probetas.

### 3.3 Ensayos de compresión simple

Para el ensayo de compresión simple el cuerpo de prueba debe estar seco al toque; en el caso de que se mezcle con estabilizante, sin recomendación en cuanto a su edad adecuada para la ejecución de este ensayo, debe adoptarse la edad de 28 días.

Inicialmente, se tomaron las medidas de las probetas y se pesaron para obtener un promedio. Para realizar la compresión simple (Fig. 6) se colocó cada probeta, con la base inferior centrada, y se verificó la nivelación.



Fig. 6. Prensa hidráulica y bases de madera reforzada con ángulos de acero

### 3.4 Ensayo de erosión por goteo

La muestra debe estar constituida por dos cuerpos de pruebas prismáticos, por lo que se utilizaron dos probetas sin estabilizante, y dos probetas con 10% de cemento, para evaluar la influencia del cemento en la erosión.

El cuerpo de prueba debe estar visualmente intacto, sin desprendimientos ni grietas; estar seco al toque; en el caso de que se mezcle con estabilizante sin recomendación en cuanto a su edad adecuada para la ejecución de este ensayo, debe adoptarse la edad de 28 días; estar debidamente identificado y acondicionado en ambiente protegido que preserve sus características originales y no debe tener tratamiento superficial.

Para la ejecución del ensayo se colocó la probeta prismática inclinada sobre el apoyo o soporte, con una inclinación de 1:2, de modo que el centro de gravedad de su mayor fase de trabajo esté sobre el eje de aplicación del goteo de agua (Fig. 7).

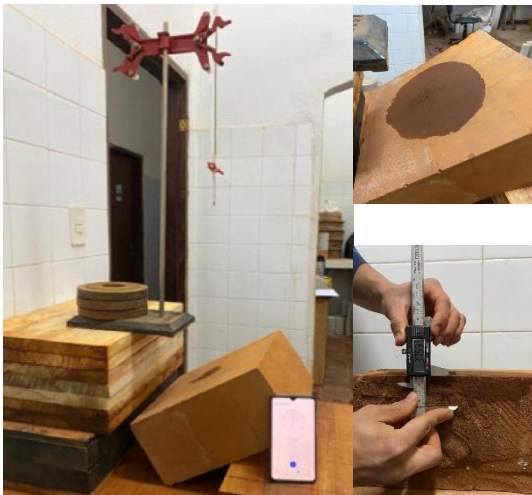


Fig. 7. Ensayo de erosión por goteo.

Se inició la prueba dejando gotear los 50 ml de la bureta, luego se vertieron otros 50 ml para poder alcanzar los 100 ml de agua necesarios, que fueron suministrados a una

altura de 400 mm en la cara de trabajo inclinado, en un intervalo de tiempo entre 20 min y 60 min. El goteo de agua se interrumpió después de drenar 100 ml de agua.

Inmediatamente después de finalizar el goteo de agua, se midió la profundidad máxima de erosión (*per*) en relación con la superficie de la muestra prismática. Se midió la mayor dimensión del área erosionada (*par*) con un calibrador (*pie de rey*).

Se verificó en la superficie la posibilidad de aparición de patrones de grietas de tipo irregular o patrones de grietas radiales.

Luego de las mediciones y observaciones, se rompió el espécimen prismático en el punto donde la erosión fue más profunda, y en la sección rota más pequeña de la muestra prismática, se midió la profundidad de penetración del agua (*ppa*).

### 3.5 Determinación de la densidad aparente seca in situ

Este método de ensayo consiste en la determinación de la densidad aparente seca in situ (*γ<sub>c</sub>*) de la mezcla compactada durante el moldeado de la probeta prismática y la ejecución del tapial para controlar su grado de compactación.

El procedimiento para realizar la prueba consistió en clavar un anillo biselado (Fig. 8), con la ayuda de un martillo de goma, en la mezcla compactada. Después de colocar el anillo, con la ayuda de la espátula, se excavó el área circundante para cortar la mezcla debajo del anillo, a una profundidad de por lo menos 2,5 cm por debajo de su borde inferior. Se prosiguió a retirar el anillo con la mezcla compactada, quitar el exceso y rasar ambos lados de la muestra con ayuda de la regla biselada. Cabe destacar que para cuerpos de prueba fisurados o en caso de que el anillo no

esté completamente lleno, la muestra deberá ser despreciada.

Se determinó la masa del anillo con la mezcla compactada (Mt) y se determinó el contenido de humedad (w) con el medidor de humedad. Por último, se determinó la densidad aparente seca in situ de la mezcla compactada.

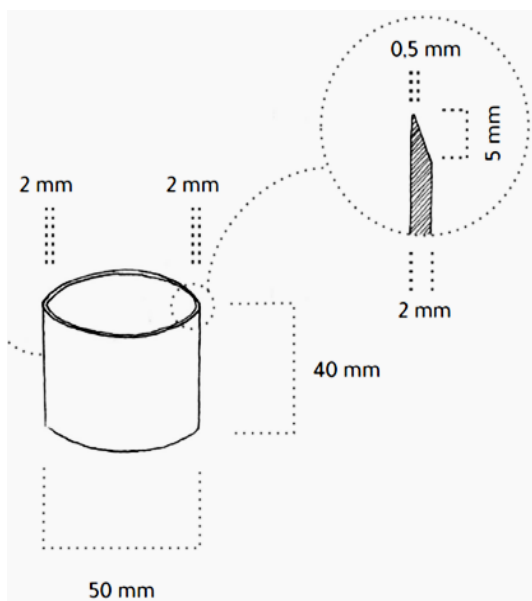


Fig. 8. Anillo biselado de acero.

#### 4. Resultados

##### 4.1 Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS)

En las tablas se observan los resultados de los ensayos de clasificación de suelos, correspondientes a granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 1. Límites de Atterberg de la Muestra y granulometría

GRANULOMETRÍA			
Tamiz N°	Total	Peso (gr.)	
		99,95	100,00
10	Retenido	0,00	0,00
	Pasante	99,95	100,00
40	Retenido	5,44	5,44
	Pasante	94,51	94,56
200	Retenido	65,62	65,65
	Pasante	28,89	28,90

#### RESULTADOS

L.L.	17,90	Arena con partículas finas arcillosas
L.P.	15,47	
I.P.	2,43	
I.G.	-2,00	
Clasificación	SC / A-2-6	

#### 4.2 Ensayo Proctor normal

En las siguientes figuras se visualizan los resultados obtenidos del ensayo Proctor Normal, del cual se obtienen la densidad máxima seca y la humedad óptima del suelo.

Para la mezcla de suelo sin estabilizante:

Densidad máxima seca (Kg/m³): 1955,00 Humedad óptima (%): 10,30

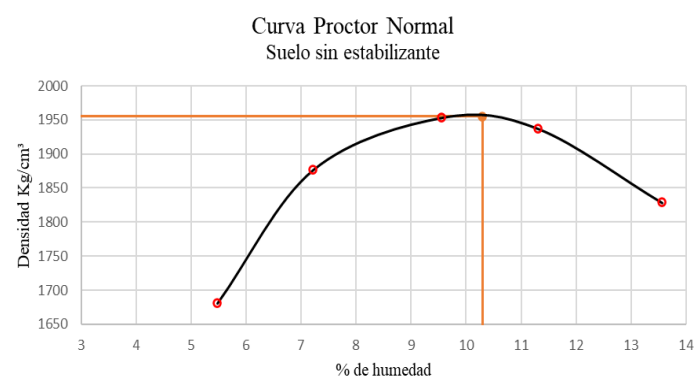


Fig. 9. Curva Proctor Normal para suelo sin estabilizante.

Para mezcla de suelo-cemento al 3%.

Densidad máxima seca (Kg/m³): 1975,00 Humedad óptima (%): 10,55

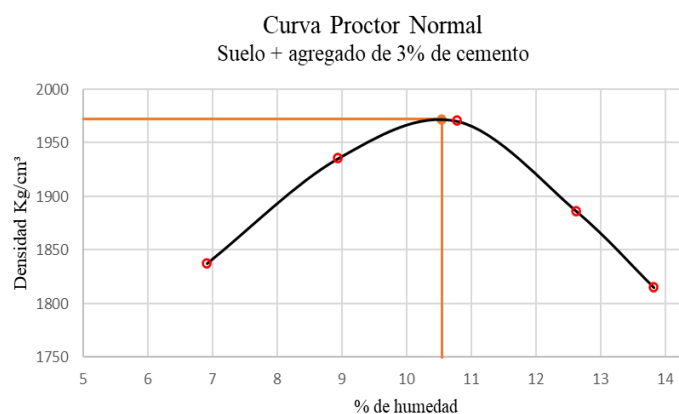


Fig. 10. Curva Proctor Normal para suelo-cemento al 3%.

Para mezcla de suelo-cemento al 5%.

Densidad máxima seca (Kg/m <sup>3</sup> ):	1940,00	Humedad óptima (%):	10,55
--	---------	---------------------	-------

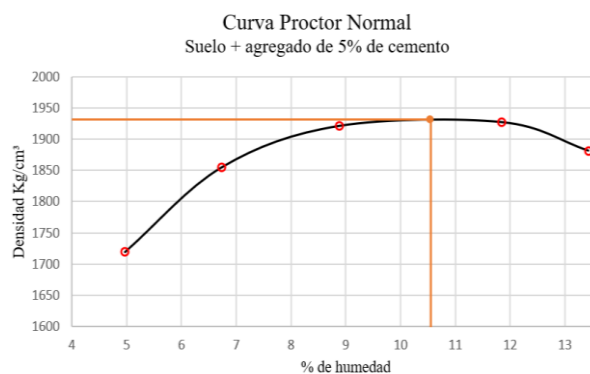


Fig. 11. Curva Proctor Normal para suelo-cemento al 5%.

Para mezcla de suelo-cemento al 10%.

Densidad máxima seca (Kg/m <sup>3</sup> ):	1960,00	Humedad óptima (%):	10,50
--	---------	---------------------	-------

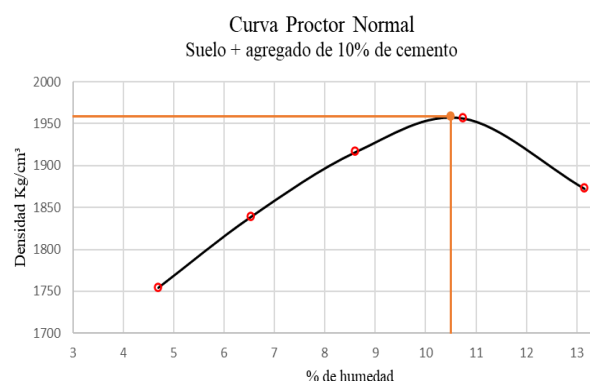


Fig. 12. Curva Proctor Normal para suelo-cemento al 10%.

### 4.3 Densidad aparente seca in situ

Para el ensayo, se extrajeron 3 muestras por dosificación. El promedio de los resultados obtenidos se expone a continuación.

Tabla 2. Resultado del ensayo de densidad aparente seca in situ.

Dosificación	Masa del anillo biselado + suelo (gr)	Masa del anillo biselado (gr)	Volumen del anillo biselado (cm <sup>3</sup> )	Porcentaje de humedad de la mezcla compactada (%)	Densidad aparente seca in situ $\gamma_c$ (gr/cm <sup>3</sup> )
PSE	241,100	95,530	70,960	10,300	1,860
PSC-3%	245,300	95,530	70,960	10,550	1,909
PSC-5%	248,200	95,530	70,960	10,550	1,946
PSC-10%	251,250	95,530	70,960	10,500	1,986

### 4.4 Grado de compactación

El grado de compactación de las probetas prismáticas se elaboró en base a los resultados del ensayo de densidad aparente seca in situ y los valores de densidad máxima seca establecidas por el ensayo Proctor Normal.

Tabla 3. Grado de compactación.

Dosificación	Grado de compactación (%)	Densidad aparente seca in situ (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> )
PSE	95,13%	1,955	1,860
PSC-3%	96,67%	1,975	1,909
PSC-5%	100,32%	1,940	1,946
PSC-10%	101,32%	1,960	1,986

### 4.5 Resistencia a la compresión simple

Seguidamente, se presentarán los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión simple, en los que se expone la rotura de las probetas de las diferentes dosificaciones a los 14, 21 y 28 días.

Tabla 4. Evolución de la resistencia a la compresión simple.

ROTURAS DE PROBETAS DE TAPIAL		
CÓDIGO	EDAD	RESISTENCIA (Mpa)
PSE-10	14	0,42
PSE-12	14	0,62
PSE-2	21	0,87
PSE-3	21	0,33
PSE-6	28	0,52
PSE-1	28	0,46
PSC3%-3	14	0,70
PSC3%-10	14	0,52
PSC3%-8	21	0,69
PSC3%-11	21	0,61
PSC3%-7	28	0,47
PSC3%-9	28	0,41
PSC5%-3	14	1,12
PSC5%-5	14	0,55
PSC5%-2	21	1,08
PSC5%-4	21	0,75
PSC5%-8	28	1,06
PSC5%-11	28	1,12
PSC10%-3	14	2,01
PSC10%-2	14	1,14
PSC10%-4	21	1,72
PSC10%-6	21	2,88
PSC10%-7	28	1,94
PSC10%-9	28	2,71



Tabla 5. Valores de las resistencias obtenidas.

Código	RESISTENCIAS (Mpa)		
	14 días	21 días	28 días
PSE	0,52	0,60	0,49
PSC-3%	0,61	0,65	0,44
PSC-5%	0,83	0,92	1,09
PSC-10%	1,57	2,30	2,33

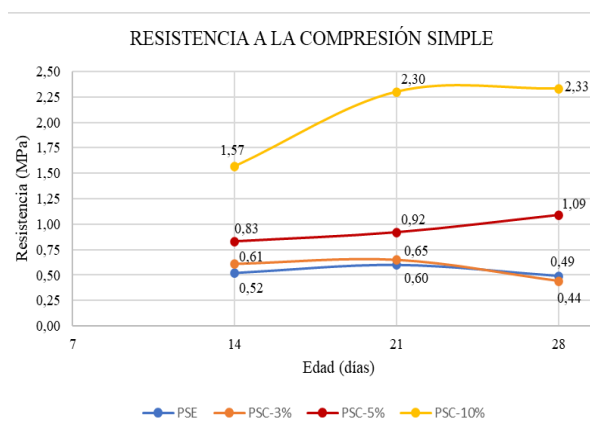


Fig. 13. Resistencia a la compresión simple.

#### 4.6 Erosión por goteo

Seguidamente, se exponen los resultados obtenidos de los ensayos de erosión por goteo realizados a dos probetas prismáticas sin estabilizante y a dos probetas con agregado de 10% de cemento.

Tabla 5. Características del ensayo de erosión por goteo.

Código	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Duración del ensayo (min)
PSE-5	6/7/2022	9/8/2022	35:46,2
PSE-8	6/7/2022	9/8/2022	35:44,7
PSC10%-11	7/7/2022	9/8/2022	44:52,8
PSC10%-12	7/7/2022	9/8/2022	-

Al finalizar el ensayo de la primera probeta con estabilizante, se observó que no sufrió erosión y que la profundidad máxima de penetración de agua arrojó valores lejanos al mínimo, por lo tanto, se decidió no realizar el ensayo sobre la probeta con cemento.

Las probetas sin estabilizante si registraron deterioro a causa del agua y se registraron mayores valores de penetración de agua que en la probeta con cemento.

Tabla 6. Resultados de los ensayos de erosión por goteo.

Código	Profundidad máxima de erosión (mm)	Profundida máxima de penetración de agua (mm)	Mayor dimensión del área erosionada (mm)
PSE-5	3,20	74,47	15,50
PSE-8	7,59	65,06	28,09
PSC10%-11	0	37,53	0
PSC10%-12	-	-	-

Se puede observar que todas las probetas ensayadas cumplen con los requisitos establecidos en la normativa.

Tabla 7. Parámetros del ensayo de erosión por goteo.

PARÁMETROS		
Profundidad máxima de erosión	Profundida máxima de penetración de agua	Mayor dimensión del área erosionada
≤ 15 mm	< 120 mm	< 50 mm

#### 5. Conclusiones

Se analizaron las variaciones de la resistencia a la compresión simple, en probetas prismáticas de suelo crudo y de suelo-cemento al 3%, 5% y 10%, y se observó la influencia de la utilización del cemento como estabilizante en las propiedades físicas y mecánicas del tapial, utilizando como parámetro la Normativa Brasileira ABNT NBR 17014.

Considerando la resistencia a la erosión por goteo, es significativa la diferencia entre los valores obtenidos por las probetas con 10% de cemento y las de suelo crudo. Las primeras no sufrieron erosión perceptible y la máxima penetración de agua arrojó valores no trascendentales, mientras que en las

segundas si se observó la presencia de erosión, cuyos valores cumplieron con los establecidos en la norma.

La capacidad de carga de estos muros varía significativamente dependiendo de la composición y humedad de la mezcla, tipo de suelo, estabilizantes utilizados y grado de compactación durante su ejecución.

Con este trabajo se establecieron valores a considerar en la construcción con tierra. De allí surge la importancia de analizar la resistencia a la compresión simple de estos muros realizados con materiales de la zona.

Los muros de tapial son una alternativa de construcción sostenible, económica y de baja energía incorporada, capaces de soportar importantes cargas de compresión.

## 6. Bibliografía

[1] ABNT NBR 17014. 2022. *Taiipa de pilão — Requisitos, procedimentos e controle*. ABNT Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022.

[2] A. Cárdenas y J. Sarmiento. "El tapial alivianado". Trabajo de titulación en Arquitectura. Universidad de Cuenca, Ecuador, 2017.

[3] C. Erin. "Rammed Earth: Adaptations to Urban Toronto". Trabajo de titulación en Arquitectura. University of Waterloo, Waterloo, Canadá, 2014.

[4] P Guillén. "Arquitectura de tierra de nueva planta. Estudio de limitaciones constructivas". lación. Master en Edificación, Especialidad Tecnología, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 2015.

[5] F. López. "Tapial, tapia y tapiería: propuesta de definición y clasificación". Revista Loggia. Núm. 8: 1-10. 1999.

[6] G. Minke. *Manual de construcción en tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*, 2da ed. Montevideo: Editorial Fin de Siglo, 2005.

[7] C. Neves y O. Borges (organizadores). *Técnicas de construcción con tierra*. Brasil: UNEPS (Universidade Estadual Paulista), Red Proterra, 2011.

[8] Norma E.080. *Diseño y construcción con tierra reforzada*. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2017. -