

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



**Influencia de estabilizantes en el desempeño mecánico y  
durabilidad de bloques de tierra comprimida**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Johnatan Brian Canqui Mamani  
Rolby Edwin Umpiri Calla

**Asesor:**

Mg. Henry Antonio Aguilar Chuquimia

**Juliaca, Julio de 2024**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Henry Antonio Aguilar Chuquimia, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Influencia de estabilizantes en el desempeño mecánico y durabilidad de bloques de tierra comprimida”** de los autores, Johnatan Brian Canqui Mamani y Rolby Edwin Umpiri Calla, tiene un índice de similitud de 16% 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, 01 días del mes de agosto del año 2024.



---

Mg. Henry Antonio Aguilar Chuquimia

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 03 día(s) del mes de Julio del año 2017, 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(a):

Msc. Ector Mamani Chambi el (la) secretario(a): Ing. Herson Duberly Pari Cusi y los demás miembros: Mtro. Leonel Chahuaras Paucor y el (la) asesor(a): Mg. Henry Antonio Aguirre Chuquimia

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Influencia de estabilizantes en el desempeño mecánico y durabilidad de bloques de tierra comprimida

del(los) bachiller(es): a) Johnatan Brian Langui Mamani  
 b) Rolby Edwin Umpire Gallo  
 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 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): Johnatan Brian Langui Mamani

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller (b): Rolby Edwin Umpire Gallo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</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)

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios, familia, mentores y amigos, a las personas que nos apoyaron de manera emotiva, al escuchar sus palabras de aliento las cuales fueron muy importantes para nosotros, estas palabras nos motivaron y fueron fundamentales para realizar y concluir este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta investigación primeramente a nuestros familiares, amigos y mentores quienes nos apoyaron en todo momento para iniciar esta investigación y terminarla y así poder avanzar pues es un gran paso en nuestra vida.

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	iviv
DEDICATORIA.....	¡Error! Marcador no definido.v
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	ivvii
INDICE DE ANEXOS .....	¡Error! Marcador no definido.v
TITULO .....	¡Error! Marcador no definido.ix
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
1. Introducción.....	11
2. Metodología.....	12
2.1. Selección .....	13
2.2. Dosificacion .....	13
2.3. Diagrama de flujo.....	13
2.4. Fabricacion .....	14
3. Resultados.....	18
4. Discusiones .....	27
4.1. Sobre la resistencia a la compresión.....	27
4.2. Sobre su durabilidad .....	27
4.3. Sobre el confort térmico.....	28
5. Conclusiones.....	28
6. Referencias bibliograficas .....	29
ANEXOS.....	33

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Resumen de ensayos realizados</i> .....	18
Tabla 2 <i>Contenido de humedad y clasificación de suelos y límites de Attemberg</i> .....	20
<b>Tabla 3</b> <i>Dosificación en peso por tipo de Bloque de Tierra Comprimida</i> .....	22
<b>Tabla 4</b> <i>Niveles de resistencia a la erosión según el método empleado</i> .....	24
<b>Tabla 5</b> <i>Resultados del Ensayo de erosión húmeda en BTC</i> .....	25
<b>Tabla 6</b> <i>Nivel de resistencia según el coeficiente de abrasión</i> .....	25
<b>Tabla 7</b> <i>Resultados ensayo de caída de un BTC completo según tipo de probeta</i> .....	27
<b>Tabla 8</b> <i>Tiempo de inmersión por ciclo, según el nivel de exposición del elemento constructivo</i> .....	27

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Mapa de proyectos ejecutados por el PNVR Perú – Módulos de adobe.....</i>	12
<b>Figura 2</b> <i>Diagrama de flujo de diseño de muestras para BTC .....</i>	16
<b>Figura 3</b> <i>Proceso de fabricación de BTC, BTC + 10% cemento y BTC + 5% cal... 17</i>	17
<b>Figura 4</b> <i>Resultados del análisis granulométrico por tamizado. ....</i>	20
<b>Figura 5</b> <i>Resultados de los ensayos Proctor modificado para cada espécimen. ....</i>	22
<b>Figura 6</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a compresión de unidades de cada tipo de BTC.....</i>	23
<b>Figura 7</b> <i>Ensayo de resistencia a compresión de unidades según tipo de BTC.....</i>	23
<b>Figura 8</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a compresión de pilas de cada tipo de BTC. ....</i>	24
<b>Figura 9</b> <i>Resultados comparativos de resistencia a la abrasión en los BTC.....</i>	26
<b>Figura 10</b> . <i>Ensayo de resistencia a la abrasión de los BTC; (a) Inicio del proceso con carga aplicada sobre el cepillo; (b) Proceso de ejecución; (c) Resultado visual del ensayo..</i>	26
<b>Figura 11</b> <i>Ensayo de caída de BTC completo; (a) Esquema de la posición de caída; (b) Medición de altura de caída; (c) Proceso de caída del BTC.....</i>	27
<b>Figura 12</b> <i>Esquema de realización del ensayo de mojado y secado.....</i>	28

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo 01.** Evidencia de sumisión de tesis..... ¡Error! Marcador no definido.
- Anexo 02.** Resolución del proyecto de tesis en formato articulo aprobación y designación de Jurados de Sustentación..... ¡Error! Marcador no definido.

# **Influencia de estabilizantes en el desempeño mecánico y durabilidad de bloques de tierra comprimida**

## **RESUMEN.**

En América Latina, las estructuras de tierra son una alternativa sostenible y accesible para la vivienda, especialmente en áreas remotas. Sin embargo, su adopción masiva enfrenta problemas de estandarización, control de calidad y aplicabilidad. Este estudio analiza y propone el uso de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados y no estabilizados según sus diferentes requerimientos. Se exploraron y aplicaron diversos estándares nacionales e internacionales para la caracterización mecánica de BTC, preparando muestras sin estabilizar, con cal y con cemento. Se evaluaron propiedades de resistencia y durabilidad en diferentes tipos de ensayos. Los resultados mostraron que la adición de cemento incrementa la resistencia a la compresión de los BTC en más del 200%, así como su durabilidad, mientras que la cal no mejora significativamente ninguno de estos aspectos. Se concluye que los BTC con cemento son recomendables para uso exterior debido a su mayor resistencia y durabilidad.

*Palabras clave:* BTC, Bloques de tierra comprimida, Durabilidad, Cal, Cemento.

# **Influence of stabilizers on the mechanical performance and durability of compressed earth blocks**

## **ABSTRACT**

In Latin America, earth structures are a sustainable and accessible alternative for housing, especially in remote areas. However, its mass adoption faces problems of standardization, quality control and applicability. This study analyzes and proposes the use of stabilized and non-stabilized Compressed Earth Blocks (CEB) according to their different requirements. Various national and international standards were explored and applied for the mechanical characterization of BTC, preparing unstabilized samples, with lime and with cement. Resistance and durability properties were evaluated in different types of tests. The results showed that the addition of cement increases the compressive strength of the BTC by more than 200%, as well as its durability, while lime does not significantly improve any of these aspects. It is concluded that BTC with cement are recommended for outdoor use due to its greater resistance and durability.

**Keywords:** BTC, Compressed Earth Blocks, Durability, Lime, Cement.

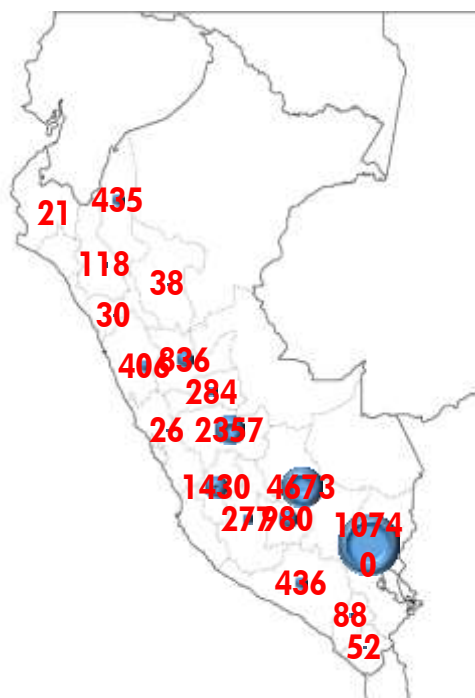
## 1. Introducción

El desarrollo actual en la industria de la construcción nos presenta de forma vigente el uso de la tierra como material de construcción a nivel global, una región particular es la zona aledaña a la cordillera de los Andes en Sudamérica, donde los países de la región promueven su uso, en especial, en sectores rurales altoandinos destacando su empleo por su fácil acceso, economía y características térmicas.

La unidad de tierra representativa es el adobe, cuyo proceso de fabricación busca ser estandarizado en las diversas normas latinoamericanas, sin embargo, como en el caso peruano (Norma E.080) no llega a cubrir requerimientos mecánicos elevados, ni demuestran suficiencia para alcanzar durabilidad ante las variadas condiciones de exposición ambiental debido, entre otros, a la ausencia de protocolos estandarizados alcanzables para zonas con escasos recursos, conforme lo presentado por (Romero, Jacinto, Reyes, & gonzales, 2020) que requiere exigir avales y prescripciones que garanticen y ofrezcan suficiente seguridad técnica respecto de las unidades de tierra.

**Figura 1**

*Mapa de proyectos ejecutados por el PNVR Perú – Módulos de adobe*



**Fuente:** Elaboración propia.

En la actualidad el Perú cuenta con un Programa Nacional de Vivienda Rural (PNVR) denominado SUMAQ WASI, conocido como “Casitas calientes” cuya promoción se ha masificado, contando con más de 15 mil viviendas desde su creación (Figura 1). Otro caso de interés es el boliviano, con el Programa Nacional de Vivienda y Equipamiento Social (Vivienda Bolivia), programa que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de la población, promoviendo el uso de técnicas y materiales de construcción locales incluyendo adobe y otros elementos de tierra.

Como una alternativa mecánicamente mejorada al tradicional adobe se tiene a los BTC (Bloques de Tierra Comprimida). Unidad de tierra ambientalmente sostenible que es apta para las zonas altoandinas de Latinoamérica con características mecánicas, térmicas y de durabilidad, mejoradas; cuya disponibilidad de uso después de su fabricación es de 8 días, en comparación a los 30 días para el adobe conforme detallan documentos técnicos como el Manual de Construcción para edificaciones de adobe del MVCS del Perú (Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010).

Los BTC se producen mediante la compresión de una mezcla de tierra, arena, un bajo porcentaje de agua y opcionalmente estabilizantes como cemento y cal, sin cocción, lo que disminuye el tiempo de producción, mejora la calidad y promueve el uso de materiales locales, cuyas cualidades estructurales, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental pueden ser una alternativa de construcción más resiliente y armoniosa con la naturaleza en la región altoandina. (Smith, 2017) (Nagaraj, Sravan, Arun, & Jagadish, 2014).

Sin embargo, las diversas disposiciones respecto del BTC presentes en diferentes estándares a nivel mundial, no son considerados de forma unificada para su aplicación masiva, por lo que es requerido realizar un análisis detallado de los principales puntos a efectos de estandarizar el producto para las variadas solicitudes ambientales y de carga en condición estabilizada y no estabilizada.

## 2. Metodología

El proceso de estudio consistió en el testeo de los casos más factibles de aplicación en el sector rural en general, sustentado por la accesibilidad a los materiales constituyentes de los BTC. Se planteó una amplia serie de pruebas de laboratorio sobre BTC, considerando casos sin adiciones estabilizantes y con adiciones estabilizante (cal y cemento), cuyos porcentajes, en relación a los estabilizantes, fueron definidos con base en documentos especializados y trabajos de investigación, principalmente a nivel de campo; buscando con ello, contribuir en la identificación de unidades estándar de BTC acordes a un nivel de desempeño y durabilidad esperadas frente a una determinada condición de servicio.

Todo lo indicado sustentado en trabajos como el de (Malkanathi, Balthazaar, & Perera, 2019) y (Gutiérrez & Espuna Mujica, 2012) cuyos trabajos con tierra y cal encontraron incrementos en cuanto a su resistencia. Respecto de la incorporación de cemento (Kuma, y otros, 2020) encuentra que adiciones de entre un 8% y 25% resultan factibles de aplicación proporcionando incrementos en resistencia (3.5MPa). Así mismo se descartó adiciones de paja, resinas vegetales, o inclusive residuos cerámicos, presentadas en los trabajos de (Calatan, Hegyi, Dico, & Mircea, 2016), (Aranda-Jiménez & Suárez-Domínguez, 2013), (Ali, Yaacob, Burhanudin, Shahidan, & Abdullah, 2016), (Mostafa & Uddin, 2016) por no contribuir a la resistencia, por accesibilidad y por su limitada aplicabilidad respectivamente.

Para el proceso de fabricación de las unidades de BTC se consideraron dos fases (Figura 2 y Figura 3), conforme se detalla:

### 2.1 Selección

Es el primer paso en el cual se identifica los suelos por medio de un análisis granulométrico, proponiendo que, con base en guías técnicas y pruebas de laboratorio, si el porcentaje de arena no supera el 50%, el material no resulta apropiado para los BTC. Caso contrario se procede con los ensayos de límites de Atterberg para identificar el límite líquido el mismo que debe ser igual o menor al 40% y el límite plástico debe alcanzar o ser superior al 18%.

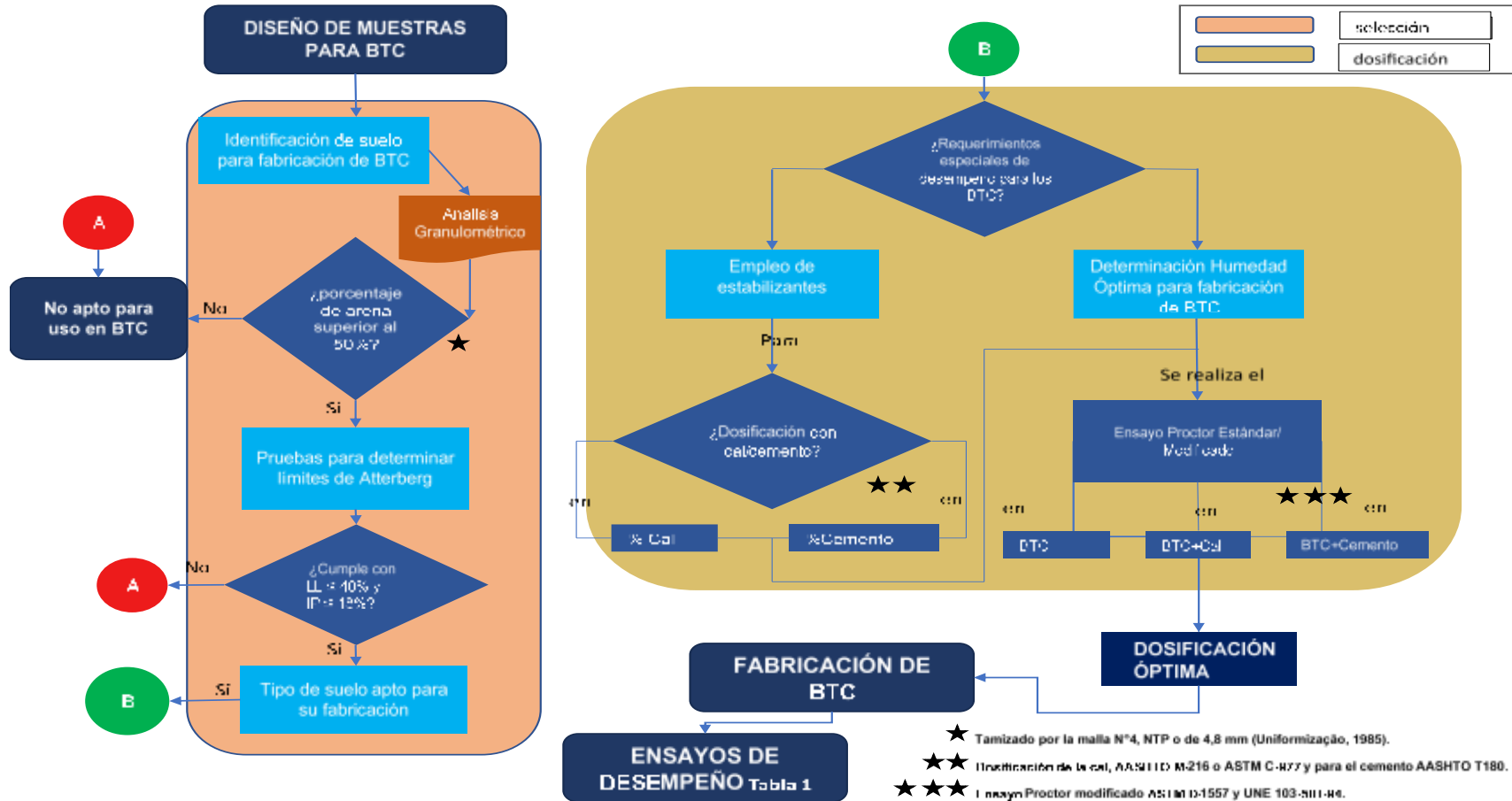
## **2.2 Dosificación**

Etapa que determinó las proporciones constituyentes del BTC tomando en cuenta la humedad óptima y densidad máxima del material, además de los requerimientos de durabilidad particular. El proceso de evaluación para las diversas muestras fue considerado por medio de estándares de alcance multinacional (Tabla 1) y según cada dosificación prototipo propuesta, así mismo las dimensiones fueron consideradas conforme prácticas vigentes y respaldado por trabajos paralelos con dosificaciones alternativas como el empleo de residuos cerámicos.

## **2.3 Diseño.**

**Figura 2**

*Diagrama de flujo de diseño de muestras para BTC*

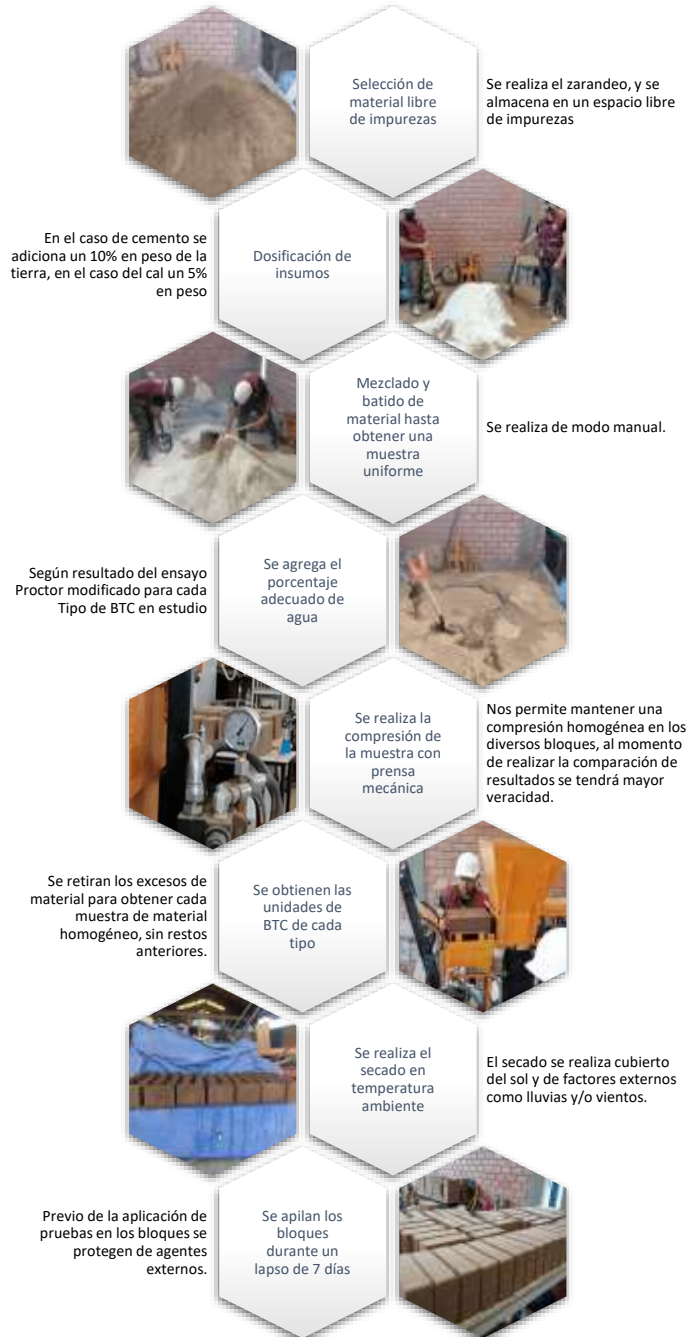


Fuente: Elaboración propia.

## 2.3 Fabricación de los BTC

Figura 3

Proceso de fabricación de BTC, BTC + 10% cemento y BTC + 5% cal.



**Fuente:** Elaboración propia.

Los ensayos requeridos para contribuir en el proceso de estandarización de los BTC abarcan una revisión extensa de disposiciones planteadas por Normas y Estándares de Estados Unidos, España, Nueva Zelanda, México, Colombia, Argentina y Perú, conforme

se detalla en la Tabla 1, destacando el propósito y su alcance. Proceso respaldado por investigaciones como el trabajo de (Cid, Mazarrón, & Cañas, 2011) respaldando la necesidad de homogenización de los ensayos aplicados a las construcciones con tierra.

**Tabla 1**

*Resumen de ensayos realizados.*

N°	Ensayo	Referencias Normativas	Propósito y Alcance
1	Análisis granulométrico de suelos por tamizado	ASTM D 422-USA NTP 400.012-Perú UNE 103101:1995-España	Ensayo que permite, a partir de la distribución de los granos de suelo, seleccionar el suelo apto para aplicaciones en BTC.
2	Contenido de humedad de un suelo	ASTM D 2216-USA	Ensayo que permite establecer la proporción de agua requerida para una óptima compactación. El contenido de humedad de un suelo es la relación expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa de suelo, al peso de las partículas sólidas.
3	Determinación del límite líquido (L.L), límite plástico (L.P.) e índice de plasticidad (I.P.)	NTP 339.129-Perú	El L.L., L.P. e I.P. usados para correlacionarse con su comportamiento ingenieril como la compresibilidad, permeabilidad, compatibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
4	Compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada (Proctor modificado)	NTP 339.141-Perú ASTM D 1557-USA	Dato requerido para el diseño de los BTC. Determina la relación entre el contenido de agua y peso unitario de los suelos.
5	Ensayo de resistencia a la compresión	NTP 331.017:2017, NTP 331.018:2017-Perú ASTM C67, ASTM C140-USA	Ensayo para medir la resistencia a la compresión de unidades y pilas con fines estructurales.
6	Resistencia a la erosión húmeda	UNE 41410-España NZS 4298-Nueva Zelanda MX-C-508-NNCCE-México.	Ensayo para determinar la resistencia a la erosión provocada por agentes externos como lluvia.
7	Resistencia a la abrasión	VN - E21 – 66-Argentina	Ensayo que permite identificar la resistencia a la abrasión de los

		XP P13-901– Francia NTC 5324– Colombia	BTC, asociados a un nivel de durabilidad.
8	Ensayo de caída de un ladrillo completo	Red Argentina Protierra, 2020	Ensayo que permiten identificar, por medio de su resistencia al impacto, la calidad de los bloques y morteros de tierra empleados.
9	Ciclos de humedecimiento y secado	VN-E21-66– Argentina NZS 4298-Nueva Zelanda	Ensayo para identificar la presencia de suelos reactivos que podrían afectar la integridad del BTC en ciclos de humedecimiento y secado.

**Fuente:** Elaboración propia.

El trabajo exploró una cantidad representativa de ensayos de laboratorio, planteados en diversas referencias, algunas de las cuales poseen equivalencias en diversos países. El análisis buscó contar con una “receta” para producir BTC estabilizados y no estabilizados e identificar el nivel de resistencia frente a los diversos niveles de exposición y sollicitaciones en general.

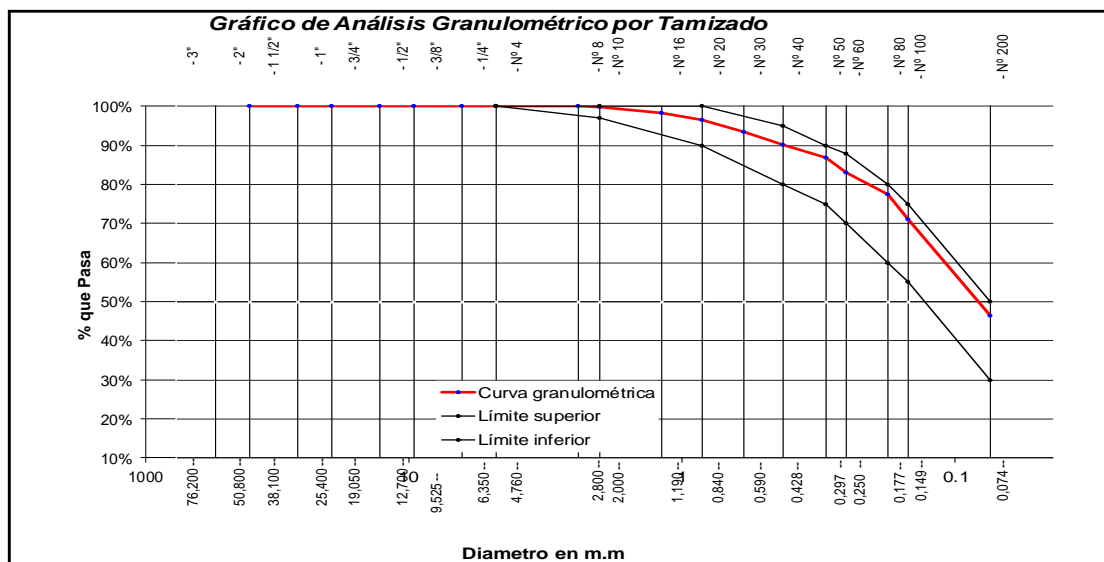
### 3. Resultados

Cada uno de los ensayos propuestos fueron realizados conforme detalla cada protocolo y los alcances de la Tabla 1, para los diferentes prototipos de BTC.

#### Prueba 1: Análisis granulométrico de suelos por tamizado

**Figura 4**

*Resultados del análisis granulométrico por tamizado.*



**Fuente:** Elaboración propia.

En la curva granulométrica (Figura 4) se verificó que la granulometría del material contempla las condiciones recomendadas por la Red Protierra para el uso en BTC y conforme huso granulométrico propuesto:

- ✓ Porcentaje de arenas > 50%
- ✓ Porcentaje de finos > 30%
- ✓ 100% de material pasa malla Nro.4

#### Prueba 2 y 3: Contenido de humedad y límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

El material seleccionado clasifica como Areno Arcilloso (SC) según SUCS (Tabla N°2).

**Tabla 2**

*Contenido de humedad y clasificación de suelos y límites de Atterberg.*

Descripción	Cantidad	Recomendado
Contenido de humedad natural, ASTM D-2216	4.34%	
Límite Líquido (%)	28.50	< 40% *, ≤ 45% **

Límite plástico (%)	21.29		
Índice de plasticidad IP (%)	7.21	< 18%	*, ≤ 18% **
Clasificación SUCS	SC		
Clasificación AASHTO	A-4(1)		

**Fuente:** Elaboración propia.

\* Según manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)

\*\* Según manual de técnicas de construcción de la Red Protierra (2011)

Los resultados de la humedad natural permitieron calcular el agua total requerida, de entre un 15% a un 20% necesaria para que los distintos tipos de BTC alcancen las densidades máximas presentadas en la Figura 5.

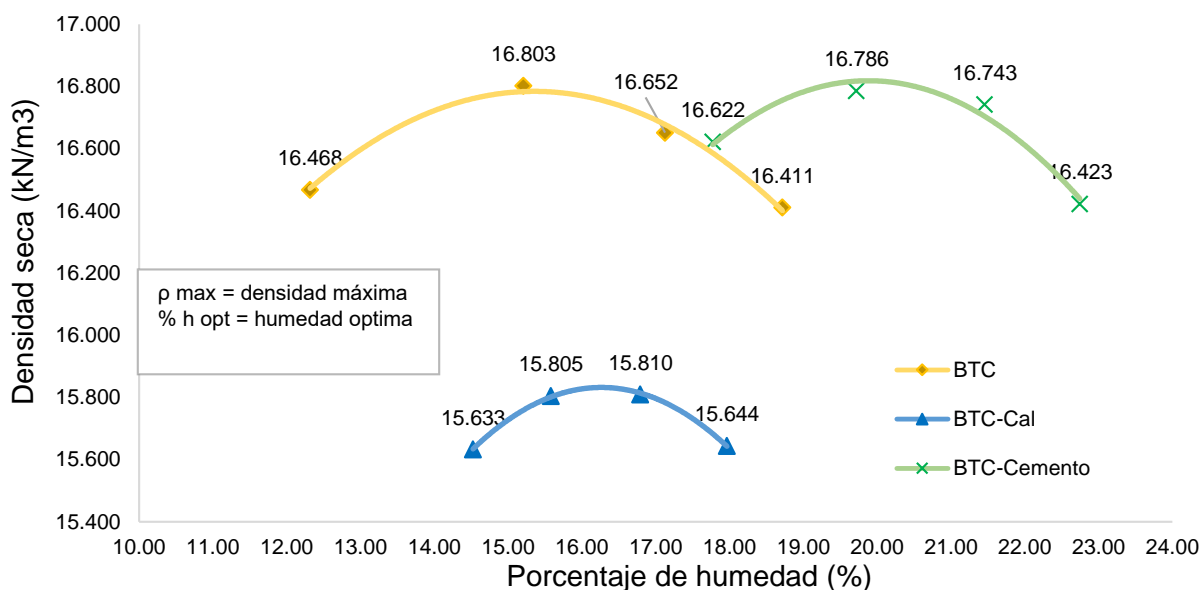
#### **Prueba 4: proctor modificado**

En concordancia con los alcances del proyecto se definen tres (03) tipos de BTC: sin estabilizante, con estabilizante de cal al 5% y con estabilizante de cemento al 10%; y ensayados bajo el protocolo de Proctor modificado (ASTM D-1557):

Los resultados de humedad óptima, para cada tipo de espécimen se presentan en la Figura 5, con las mayores densidades en las muestras de material sin adiciones y con adición de cemento llegando a diferencias de hasta un 6% por encima del producto estabilizado con cal. En el mismo ensayo se identificó requerimientos totales de humedad de hasta un 19.8% para alcanzar la máxima densidad en el producto estabilizado con cemento.

**Figura 5**

Resultados de los ensayos Proctor modificado para cada espécimen.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3**

Dosificación en peso por tipo de Bloque de Tierra Comprimida.

Componentes	Tierra	Cemento	Cal	Agua
BTC	1.00	-	-	0.10
BTC + cal	1.00	-	0.05	0.12
BTC + cemento	1.00	0.10	-	0.17

Fuente: Elaboración propia

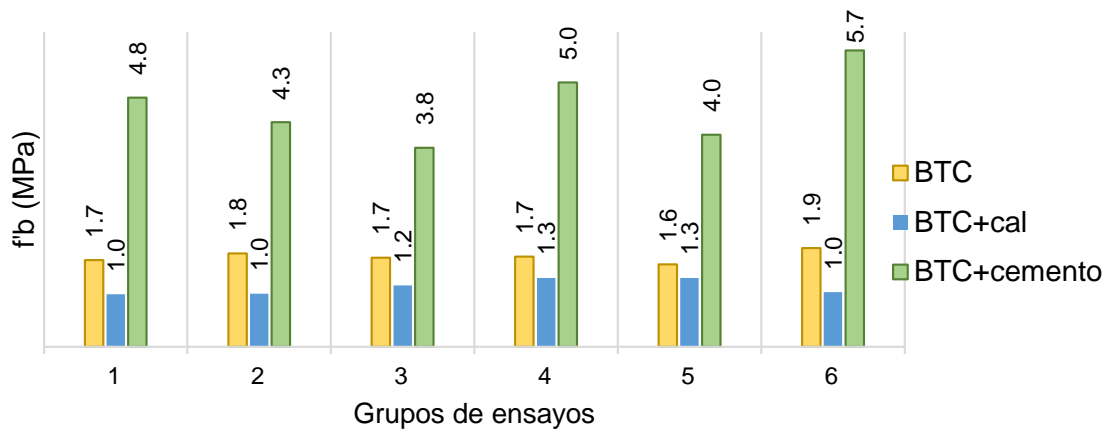
**Prueba 5: ensayo de resistencia a la compresión**

Se realizaron ensayos sobre seis (06) probetas para cada tipo de BTC (Figura 6), encontrando valores promedio ( $\bar{x}$ ) y desviaciones estándar ( $S$ ):

- El grupo sin estabilizantes presentaron  $\bar{x}$ =1.72 MPa y  $S$  =0.11.
- Los BTC con adición de cal alcanzaron  $\bar{x}$ =1.14 MPa y  $S$  =0.15.
- Los BTC con adición de cemento presentaron  $\bar{x}$ =4.59 MPa y  $S$  =0.69.

**Figura 6**

*Resultados del ensayo de resistencia a compresión de unidades de cada tipo de BTC*



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 7**

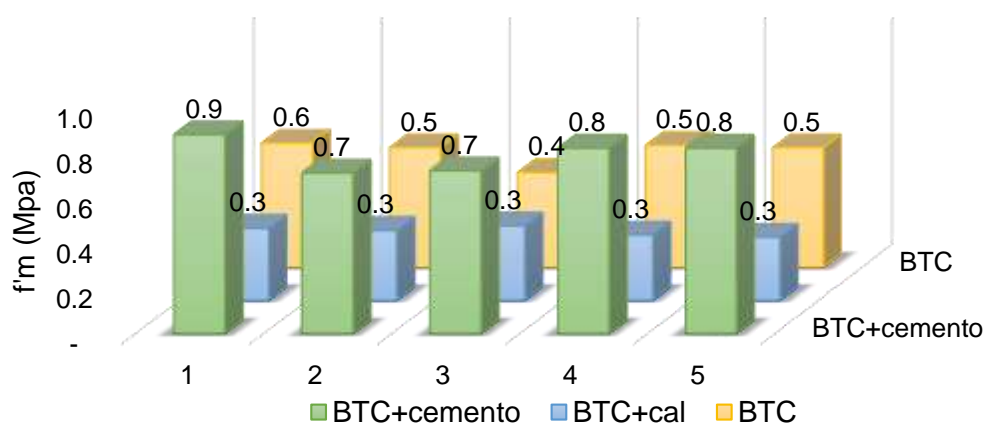
*Ensayo de resistencia a compresión de unidades según tipo de BTC.*



**Fuente:** Laboratorios de la Universidad Peruana Unión-FJ.

**Figura 8**

*Resultados del ensayo de resistencia a compresión de pilas de cada tipo de BTC.*



**Fuente:** Elaboración propia.

Los ensayos a compresión contemplaron pruebas en pilas para grupo de muestras (Figura 8) encontrando:

- BTC sin estabilizantes presentaron  $\bar{x}=0.51$  MPa y  $S =0.05$ .
- BTC con adición de cal alcanzaron  $\bar{x}=0.31$  MPa y  $S =0.02$ .
- BTC con adición de cemento  $\bar{x}=0.79$  MPa, y  $S =0.07$ .

#### **Prueba 6: resistencia a la erosión húmeda**

La resistencia a la erosión húmeda considera los métodos de Geelong y Swimborn cuyos resultados se correlacionan con un nivel de resistencia a la erosión (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Niveles de resistencia a la erosión según el método empleado*

Profundidad de erosión - D(mm)			
Método Geelong	Método Swimborn	Pulverizado de agua a presión	Nivel de resistencia a erosión húmeda
-	-	-	1 Apto para uso en exteriores sin protección
D < 5	D < 10	20 < D < 50	2 Apto para uso en exteriores
5 < D < 10	10 < D < 20	50 < D < 90	3 Se recomienda proteger de lluvias directas
10 < D < 15	20 < D < 30	90 < D < 120	4 Revestir o proteger de lluvias directas
D < 15	D < 30	D < 120	5 No apto

**Fuente:** Recuadro extraído de Red Argentina Protierra, 2020.

**Tabla 5***Resultados del Ensayo de erosión húmeda en BTC.*

Descripción	Método	BTC	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	NIVEL
Prof. de erosión (D)mm	Geelong	Tierra	11	12	10	4
	Swimborn	Cemento (10%).	16	18	18	3
	Swimborn	Cal (5%)	22	24	25	4

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados de la prueba 6 sobre un grupo de muestras se dan en la Tabla 5 estableciendo que:

Los BTC de tierra sin adiciones y los BTC adicionados con cemento son mucho más resistentes a lluvias u otros factores externos y pueden ser usadas para construcciones tanto en interior como exterior.

**Prueba 7: resistencia a la abrasión**

La resistencia a la abrasión que tienen los bloques al paso de los años se define con el coeficiente de abrasión  $C_a$  conforme se define en la ecuación 1 y la Tabla 6 cuyos resultados se presentan en la Figura 9.

 $C_a$ : Coeficiente de abrasión cm<sup>2</sup>/gS: Superficie cepillada, en cm<sup>2</sup> $m_{inicial}$ : masa inicial de la probeta antes, en g. $m_{final}$ : masa final de la probeta luego del ensayo, en g.

$$C_a = \frac{S}{m_{inicial} - m_{final}}$$

**Tabla 6***Nivel de resistencia según el coeficiente de abrasión*

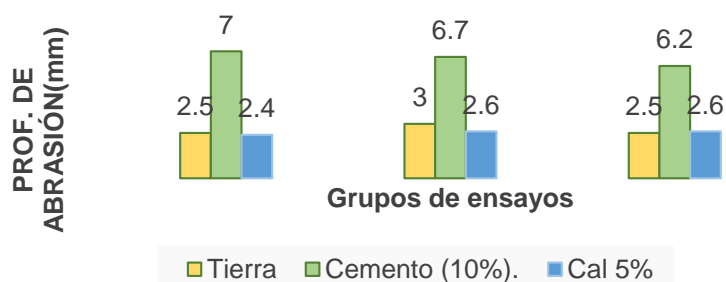
Nivel de resistencia a la abrasión	1	2	3	4
Coeficiente de abrasión $C_a$ (cm <sup>2</sup> /g)	>7	$7 < C_a \leq 5$	$5 < C_a \leq 2$	$C_a \leq 2$

**Fuente:** Recuadro extraído de Red Argentina Protierra, 2020

Niveles de resistencia a la abrasión de 1 o 2 resultan aptos para exteriores, niveles de 3 o 4 requieren ser revestidos para uso exterior.

**Figura 9**

*Resultados comparativos de resistencia a la abrasión en los BTC.*



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 10**

*. Ensayo de resistencia a la abrasión de los BTC; (a) Inicio del proceso con carga aplicada sobre el cepillo; (b) Proceso de ejecución; (c) Resultado visual del ensayo.*



**Fuente:** Elaboración propia.

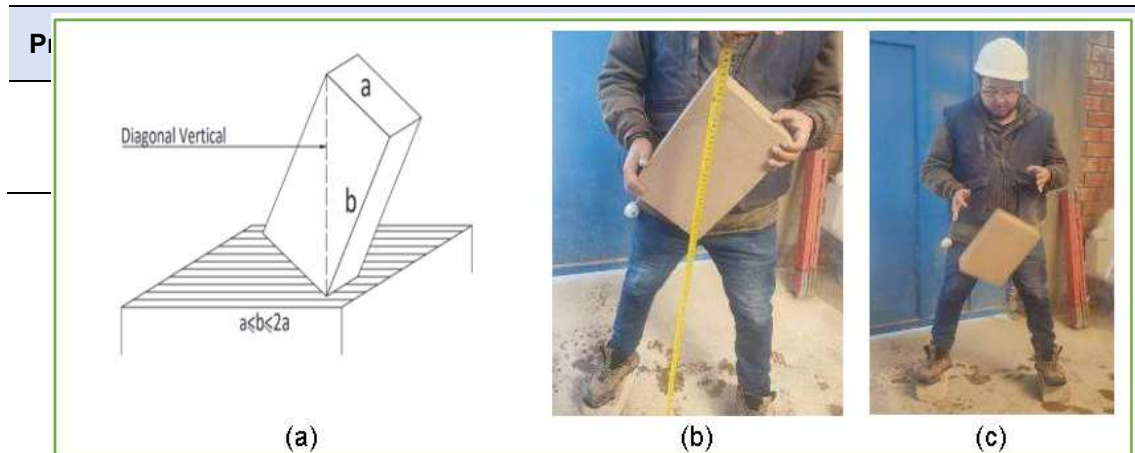
La Figura 9 y 10 muestran que los BTC con cemento presentan condiciones adecuadas para muros expuestos a la intemperie.

### **Prueba 8: ensayo de caída de un btc completo**

Prueba cuya altura de caída de 90cm (Figura 11) permite identificar la calidad de los bloques, ensayo recomendado antes de realizar los ensayos de resistencia a compresión o módulo de rotura por flexión, o como sustituto de estos últimos. Los BTC no estabilizados y los estabilizados con cal no cumplen en su totalidad con las condiciones de resistencia que se esperaba, sin embargo, los bloques de BTC con estabilizante de cemento al 10% si cumplen en todos sus especímenes, conforme se detalla en la Tabla 7.

## Figura 11

Ensayo de caída de BTC completo; (a) Esquema de la posición de caída; (b) Medición de



altura de caída; (c) Proceso de caída del BTC.

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla 7

Resultados ensayo de caída de un BTC completo según tipo de probeta.

Fuente: Elaboración propia.

## Prueba 9: ciclos de humedecimiento y secado

Se alcanza al apoyar los BTC sobre 3 monedas o arandelas en tres bolillos, de manera tal que su cara inferior quede separada 2 mm del fondo del recipiente. Se vierte agua dentro del recipiente hasta alcanzar una altura de 10mm, manteniendo la cara inferior del bloque sumergida el período de tiempo que corresponda según la Tabla 10.

## Tabla 8

Tiempo de inmersión por ciclo, según el nivel de exposición del elemento constructivo.

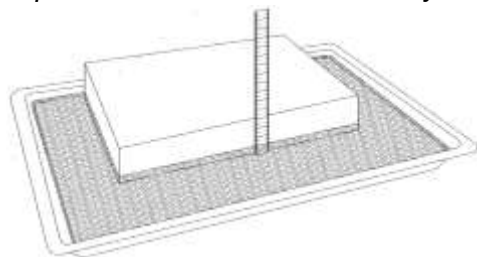
Nivel de exposición del elemento constructivo		Tiempo de inmersión
1	Elementos de muros exteriores a la vista con nivel de exposición severo	4 min
2	Elementos de muros exteriores a la vista	2 min
3	Elementos de muros exteriores protegidos	1 min
4	Elementos de muros interiores vistos	30 seg

**Fuente:** Recuadro extraído de Red Argentina Protierra, 2020

Finalizado el tiempo de inmersión, se retira la muestra y se deja secar al aire por 24 horas. Se repite la operación de mojado y secado 5 veces más (en total, 6 ciclos de mojado y secado) buscando identificar visualmente degradación del BTC.

### **Figura 12**

*Esquema de realización del ensayo de mojado y secado*



**Fuente:** Recuadro extraído de Red Argentina Protierra, 2020

Los BTC sin estabilizante y BTC con cal, completan los ciclos de humedecimiento y secado en 6 veces con la prueba hasta 1 minuto, lo que nos lleva a que pueden ser utilizados en elementos de muros exteriores protegidos.

Los BTC con cemento cumplen la prueba en 6 series hasta los 2 minutos, con lo cual, este elemento puede ser utilizado para muro exterior a la vista.

## **4. Discusiones**

### **4.1 Sobre la resistencia a la compresión.**

Los bloques con adición del 10% cemento elevan en un 67% la resistencia a la compresión respecto de los BTC sin estabilizantes, con una resistencia media de 4.59 MPa. Resultados concordantes con (Cabrera, et al, 2020) respecto a adiciones de cemento en un 10% alcanzado resistencias de 5.09 MPa con una desviación estándar de 0.52 MPa. Resultados alcanzados a partir de la ejecución de ensayos previos como contenido de humedad, los límites de Atterberg y ensayos de compactación de Proctor conforme lo realizado en la investigación de (Rivera & Zerón, 2019)

La adición de cal al 5% en los BTC presenta una disminución de resistencia en comparación a los bloques sin estabilizantes, reduciendo la resistencia a la compresión en

un 34%. Concordante en parte con (Cabrera, et al, 2019) cuyos resultados no encuentran incremento en cuanto a la resistencia a la compresión de BTC sin estabilizantes.

Otras investigaciones como (Cañola & Echavarría, 2017) con uso de adiciones alternativas (emulsión asfáltica), demuestran en paralelo a las muestras ensayadas con cal del presente trabajo, que existen disminuciones en la resistencia a la compresión en el BTC, requiriéndose como demuestra la investigación de (Cañola, Builes-Jaramillo, Medina, & González-Castañeda, 2018), que la proporción optima de emulsión asfáltica debería alcanzar el 50 % en peso, cuya aplicación no resulta practica a nivel de costo y acceso del producto.

#### **4.2 Sobre su durabilidad.**

Los ensayos de resistencia a la erosión húmeda en muestras de BTC con cemento alcanzan una resistencia adecuada para su uso en exteriores a diferencia de las muestras de BTC sin estabilizante y BTC con cal. Resultados concordantes con la investigación de (Papayianni & Pachtá, 2017) donde evidencia deterioro en viviendas con BTC sin estabilizantes producto de las condiciones de exposición.

Mediante el ensayo de resistencia a la abrasión y de ciclos de humedecimiento y secado en los BTC con adición de cemento permite su utilización en muros exteriores a la vista, en zonas sin exposición severa a lluvias. El cemento en las proporciones empleadas resulta en un recurso accesible, concordante con la investigación de (Deboucha & Hashim, 2010), donde concluyen que el uso de materiales naturales disponibles localmente hace que más personas tengan acceso a buenas viviendas empleando recursos sustentables.

#### **4.3 Sobre el confort térmico.**

La continuidad en la aplicación de los BTC, en especial, en el sector rural altoandino resulta en un acierto, aplicación respaldada por los trabajos de (Costantini-Romero & Francisca, 2022) y (Molar, Velazquez-Lozano, & Vazquez-Jimanez, 2020) cuyos resultados presentan una disminución en los impactos ambientales y mejora el comportamiento térmico de las edificaciones inclusive en los casos con estabilizantes.

## 5. Conclusiones

El estudio de unidades estándar de BTC con y sin adiciones estabilizantes de cal (al 5%) y cemento (al 10%), ha encontrado que:

- El rango apropiado del material para la elaboración de los BTC ha sido definido por medio de un huso granulométrico, con un 100% de material pasante la malla ASTM número 4, con contenido de arena entre 50% y 95%, y finos entre el 5% y 50%.
- La resistencia mecánica a la compresión ha identificado que todos los productos con y sin adiciones de cemento y cal en las proporciones citadas resultan aptos para aplicaciones estructurales con un mínimo de 1.0MPa, para muestras con adiciones de cal, y un máximo de 5.7MPa, para muestras con adiciones de cemento.
- En cuanto a su durabilidad, definida por medio del ensayo de erosión húmeda ha identificado que los BTC con 5% de cal y los BTC sin agentes estabilizantes no deberían usarse en exteriores a menos que sean protegidos de lluvias directas, sin embargo, los BTC estabilizados con 10% de cemento presentan un mayor desempeño no requiriendo revestimiento de muros excepto frente a lluvias directas y constantes. Resultados ratificados con el ensayo de abrasión, encontrando que los BTC con cal y los BTC sin estabilizantes no deben ser usados en muros exteriores a menos que cuenten con recubrimiento de protección, a diferencia de los BTC estabilizados con cemento al 10%, cuyo espectro de aplicación incluye condiciones de exposición ambiental no severas y sin requerimiento de revestimiento en muros.
- El presente estudio ha permitido catalogar el rango de aplicación de los BTC sin estabilizantes, BTC con adición de cal al 5% y BTC con adición de 10% de cemento como productos aptos para fines estructurales, definiendo su resistencia, su desempeño en condiciones simuladas de exposición y su durabilidad en múltiples ensayos gamma internacional, sugiriendo su estandarización y aplicación aceptable para proyectos en edificaciones rurales altoandinas de Sudamérica.

## Referencias bibliográficas

- ASTM International. (2012). *ASTM D 854-14, Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*. West Conshohocken.
- ASTM International. (2014). *ASTM C 136 / C 136M-14, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. West Conshohocken.
- ASTM International. (2014). *ASTM D 2974-14, Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils*. West Conshohocken.
- ASTM International. (2017). *ASTM D 4318-17e1, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. West Conshohocken.
- ASTM International. (2021). *ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using*.
- Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres. (2023). *Escenarios de riesgo por superávit de lluvias para abril - junio 2023*. Lima, Perú: CENEPRED. Obtenido de [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/16102\\_escenarios-de-riesgo-por-superavit-de-lluvias-para-abril-junio-2023-actualizado-con-basado-en-el-informe-tecnico-n003-2023enamhi-dma-spc.pdf?fbclid=IwAR2ZZUOhsFFv3SeTHJyp6R\\_GXa\\_MZ6joSMhRD-E](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/16102_escenarios-de-riesgo-por-superavit-de-lluvias-para-abril-junio-2023-actualizado-con-basado-en-el-informe-tecnico-n003-2023enamhi-dma-spc.pdf?fbclid=IwAR2ZZUOhsFFv3SeTHJyp6R_GXa_MZ6joSMhRD-E)
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2013). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Obtenido de [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Manuales\\_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf)
- Red Argentina Protierra. (2020). *Protocolo de ensayos de campo para la identificación de suelos*. Buenos Aires. Obtenido de <http://redprotierra.com.ar/wp-content/uploads/2020/11/Protocolo-de-ensayos-de-campo-para-la-identificaci%C3%B3n-de-suelos.pdf>
- Red Iberoamericana Proterra. (2011). *Técnicas de construcción con tierra*.
- Red Iberoamericana PROTERRA. (2011). *Técnicas de construcción con tierra*. Bauru: Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP.
- Smith, A. &. (2017). Sustainable Housing: A comparative Study of Adibe and Compressed Earth Blocks in the Andean Highlands of Peru. doi: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.42>
- Cabrera, S. P., Aranda Jimenez, Y. G., Suarez Dominguez, E. J., & Rotondaro, R. (2020). Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. *Hábitat Sustentable*, 10(2), 70-81. doi:<https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
- Cabrera, S., Gonzáles, A., & Rotondaro, R. (2019). BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADOS CON CAL: EVALUACIÓN DE DOSIFICACIONES. *III Encuentro Latinoamericano y Europeo sobre Edificaciones y Comunidades Sostenibles* (págs. 141-418). Santa Fe, Argentina: EUROelec. doi:<https://doi.org/10.33414/ajea.3.633.2019>
- Vizarreta Villanueva, R. (2022). *Comparación de ladrillo artesanal en sus propiedades físico - mecánicas en el distrito de Juliaca – Puno, 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87406>

- Ali, N., Yaacob, K. Y., Burhanudin, M. K., Shahidan, S., & Abdullah, S. R. (2016). INVESTIGATION OF COMPRESSED EARTH BRICK CONTAINING . ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Obtenido de: [https://www.arpnjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2016/jeas\\_0416\\_4135.pdf](https://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2016/jeas_0416_4135.pdf)
- Aranda-Jiménez, Y. G., & Suárez-Domínguez, E. J. (2013). Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos. Revista Electrónica Nova Scientia. DOI: <http://dx.doi.org/10.21640/ns.v6i11.85>
- CABRERA, S. P., JIMÉNEZ, Y. G., DOMÍNGUEZ, D. J., & ROTONDARO, R. (2020). BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) ESTABILIZADOS CON CAL Y CEMENTO. EVALUACIÓN DE SU IMPACTO AMBIENTAL Y SU RESISTENCIA A COMPRESIÓN. Hábitat Sustentable. DOI: <http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
- Calatan, G., Hegyi, A., Dico, C., & Mircea, C. (2016). Determining the Optimum Addition of Vegetable Materials in Adobe Bricks. Procedia Technology. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.01.077>
- Cañola, H. D., & Echavarría, C. (2017). Bloques de concreto con aditivos bituminosos para sobrecimiento. Ingeniería y Desarrollo. DOI: <http://dx.doi.org/10.14482/inde.35.2.10172>
- Cañola, H. D., Builes-Jaramillo, A., Medina, C. A., & González-Castañeda, G. E. (2018). Bloques de Tierra Comprimida (BTC) con aditivos bituminosos. Tecnológicas. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v21n43/2256-5337-teclo-21-43-00135.pdf>
- Cid, J., Mazarrón, F. R., & Cañas, I. (2011). The earth building normative documents in the world. Informes de la Construcción, Universidad Politécnica de Madrid (España). DOI: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.10.011>
- Costantini-Romero, A. B., & Francisca, F. M. (2022). CONSTRUCCIÓN CON BLOQUES DE SUELO CEMENTO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA ENVOLVENTE EDILICIA. Hábitat Sustentable. DOI: <http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2022.12.01.08>
- Deboucha S., & Hashim R. (2011). A review on bricks and stabilized compressed earth . Scientific Research and Essays. DOI: <https://doi.org/10.5897/SRE09.356>
- GIRÓN, A. R., CANIVELL, J., GARCÍA, M. R., & SERRANO, A. G. (2020). EVALUACIÓN DEL BLOQUE DE TIERRA MEDIANTE UN ESTUDIO DE VIABILIDAD CONSTRUCTIVA (EVC). Hábitat Sustentable, 16. DOI: <http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.04>
- Gutiérrez, R. S., & EspunaMujica, J. A. (2012). El Hidróxido de Calcio y los bloques de tierra . Revista Electrónica Nova Scientia. DOI: <http://dx.doi.org/10.21640/ns.v5i9.163>
- Kuma, M. M., Dongmo, K., Francois, N., Alakeh, M. N., Eulalie, M. B., & Emmanuel, Y. (2020). Compressed Stabilized Earth Brick (CSEB) As Building. IOSR de Ingeniería Civil y Mecánica (IOSR-JMCE). DOI: <http://dx.doi.org/10.9790/1684-1704014248>
- Malkanathi, S., Balthazaar, N., & Perera, A. (2019). Case Studies in Construction Materials. Casos de Estudio en Materiales de Construcción. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2016000200007>
- Mostafa, M., & Uddin, N. (2016). Experimental analysis of Compressed Earth Block (CEB) with banana fibers resisting flexural and compression forces. Case Studies in Construction Materials. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2016.07.001>
- Nagaraj, H., Sravan, M., Arun, T., & Jagadish, K. (2014). Role of lime with cement in long-term strength of. International Journal of Sustainable Built Environment. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.03.001>

- OROZCO, M. E., VELÁZQUEZ-LOZANO, J., & VÁZQUEZ-JIMÁNEZ, M. G. (2020). COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE TRES PROTOTIPOS EN SALTILLO, COAHUILA (BLOQUES DE TIERRA, CONCRETO Y TAPA DE HUEVO). *Hábitat Sustentable*. DOI: <http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.02>.
- Papayianni, I., & Pachta, V. (2017). Earth block houses of historic centers. A sustainable upgrading with compatible repair materials. *Procedia Environmental Sciences*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.076>
- Rivera, B. M., & Zerón, J. C. (2019). El ladrillo de bloque de tierra comprimida: una alternativa para reducir la carga ambiental. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, 6. DOI: <http://dx.doi.org/10.5377/innovare.v8i2.9061>



**Anexo 02:** copia de resolución de inscripción de perfil de proyecto de tesis.

**“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”**

**RESOLUCIÓN N° 0482-2022/UPeU-FIA-CF-T**

Lima, Ñaña 21 de junio de 2022

**VISTO:**

El expediente de **Johnatan Brian Canqui Mamani**, identificado(a) con Código Universitario N° 201220925 y **Rolby Edwin Umpiri Calla**, identificado(a) con Código Universitario N° 200810164, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Johnatan Brian Canqui Mamani** y **Rolby Edwin Umpiri Calla**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Evaluación de la resistencia a la compresión de bloques de tierra compacta estabilizados y sometidos a condiciones de hielo- deshielo y abrasión superficial" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 21 de junio de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Evaluación de la resistencia a la compresión de bloques de tierra compacta estabilizados y sometidos a condiciones de hielo- deshielo y abrasión superficial**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mg. Henry Antonio Aguilar Chuquimia** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Ing. Herson Duberly Pari Cusi** y **Dr. Leonel Suasaca Pelinco**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
**DECANA**



  
Dr. Santiago Ramírez López  
**SECRETARIO ACADÉMICO**

CC:  
-Interesado  
Asesor  
Dirección General de Investigación  
Archivo



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0995-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 12 de diciembre de 2023

**VISTO:**

El expediente de **Johnatan Brian Canqui Mamani**, identificado(a) con código universitario N° 201220925 y **Rolby Edwin Umpiri Calla**, identificado(a) con código universitario N° 200810164, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO:**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la designación del Comité Dictaminador del proyecto de tesis;

Que **Johnatan Brian Canqui Mamani** y **Rolby Edwin Umpiri Calla**, han concluido el desarrollo de la tesis en formato artículo y con la opinión favorable de su asesor, solicitan la designación del Comité Dictaminador respectivo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 12 de diciembre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

Designar el Comité Dictaminador encargado de administrar el proceso de dictamen correspondiente a la tesis en formato artículo, titulada “Evaluación de resistencia en compresión de bloques de tierra compactada bajo condiciones hielo – deshielo y abrasión superficial”, presentado por **Johnatan Brian Canqui Mamani** y **Rolby Edwin Umpiri Calla**, otorgándoles un plazo máximo de diez (10) hábiles, posterior a la fecha de recepción de la presente resolución, para emitir el dictamen respectivo a través de la plataforma oficial.

Dictaminador 1: Ing. Herson Duberly Pari Cusi  
Dictaminador 2: Mtro. Leonel Chahuares Paucar

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
DECANA



Mg. Ketty Magaly Arellano Lino  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Interesado  
-Jurado (02)  
-Archivo



**“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”**

**RESOLUCIÓN N° 0336-2024/UPeU-FIA-CF**

Lima, Ñaña, 04 de junio de 2024

**VISTO:**

El expediente de los (las) bachilleres **Johnatan Brian Canqui Mamani** identificado(a) con código universitario N° **201220925** y **Rolby Edwin Umpiri Calla** identificado(a) con código universitario N° **200810164**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO:**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Influencia de estabilizantes en el desempeño mecánico y durabilidad de bloques de tierra comprimida", presentado por los(las) bachilleres **Johnatan Brian Canqui Mamani** y **Rolby Edwin Umpiri Calla**, reuniendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 04 de junio de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

1. Declarar expedito a los (las) bachilleres **Johnatan Brian Canqui Mamani** y **Rolby Edwin Umpiri Calla**, para que sustenten la tesis en formato artículo titulada "Influencia de estabilizantes en el desempeño mecánico y durabilidad de bloques de tierra comprimida", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil, el 03 de julio de 2024, a las 16:00 horas, en el Auditorio Wellesley Muir
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:

Presidente: MSc. Ecler Mamani Chambi  
Secretario: Ing. Herson Duberly Pari Cusi  
Asesor: Mg. Henry Antonio Aguilar Chuquimia  
Vocal: Mtro. Leonel Chahuares Paucar

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erleanés Acuña Salinas  
DECANA



  
Ph.D. Silvia Pilco Quesada  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Interesado  
-Jurado (04)  
-Secretaría General  
-Archivo