

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Estudio físico mecánico del adobe elaborado con hojas de pino y el aditivo
proes como estabilizador**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Nelson Rafael Cusma

ASESOR

Justo David Pedraza Franco

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

Chiclayo, 2023

**Estudio físico mecánico del adobe elaborado con hojas de pino y el
aditivo proes como estabilizador**

PRESENTADA POR
Nelson Rafael Cusma

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Ronald Esteban Villanueva Maguiña
PRESIDENTE

Juan Merino Roncero
SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco
VOCAL

Dedicatoria

Con gratitud profunda, dedico esta tesis a mi apreciado padre, cuya sabiduría y apoyo han sido mi faro en este viaje académico. A mi amada esposa, cuyo amor inquebrantable me impulsó a alcanzar este logro. A mi querida madre, que, aunque no esté físicamente presente, su espíritu y amor continúan guiándome. Y a mi preciosa hija, mi razón de ser y fuente de inspiración. Este trabajo es un tributo a ustedes, mi familia, mi pilar en esta travesía académica y en la vida. Gracias por ser mi constante motivación y mi mayor tesoro.

Agradecimientos

Agradezco de corazón a mis excepcionales docentes universitarios, cuyas enseñanzas han sido la base de mi formación. A mi asesor, cuya guía experta y apoyo constante fueron invaluableles en este recorrido académico. También, mi gratitud se extiende a todas las personas que de una u otra manera se involucraron en este camino, brindando su apoyo, conocimientos y ánimos. Sus contribuciones han enriquecido esta experiencia de aprendizaje. Este logro no habría sido posible sin su ayuda. Gracias por ser parte fundamental de mi viaje académico.

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
5	revistadearquitectura.ucatolica.edu.co Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Revisión de literatura	18
Antecedentes del problema.....	18
Bases Teórico Científicas	22
El adobe	22
Tipos de adobe	23
Norma técnica E080	25
NTP 399.604	25
NTP 399.613	25
NTP 339.034	25
NTP 399.605	25
NTP 400.013	26
NTP 400.017	26
NTP 339.088	26
NTP 339.127	26
NTP 339.128	26
NTP 339.129	26
Propiedades del adobe.....	27
Especificaciones técnicas	27
Características del adobe.....	27
Componentes del adobe	28
Ventajas del adobe	28
Ensayos de laboratorio	29
Hoja de Pino.....	30
Estabilizador	30
Aditivo Proes	31
Estabilizadores físicos.....	31
Materiales y métodos	32
Tipo y nivel de investigación	32
Diseño de investigación.....	32
Hipótesis	32
Variables y operacionalización.....	32

Operacionalización de variables	34
Población, muestra, muestreo	36
Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnicas para la recolección de datos	38
Procedimientos	38
Matriz de consistencia	53
Consideraciones éticas.....	56
Resultados y discusión	57
Pruebas in Situ	57
Ensayo de laboratorio	58
Discusión	70
Conclusiones.....	76
Recomendaciones	78
Referencias	79
Anexos	86

Lista de tablas

Tabla 1. Infraestructura física subyacente de la vivienda privada viviendas privadas en las que las paredes exteriores son en su mayoría de adobe o tapia de adobe, clasificadas por tipo de construcción de adobe	14
Tabla 2 Matriz operacional de las variables.....	34
Tabla 3 Operacionalización de la variable interviniente	36
Tabla 4. Muestra de adobes según tipo y porcentaje de adición	37
Tabla 5 Muestra de cubos y cilindros según tipo y porcentaje de adición.....	37
Tabla 6 Determinación de volumen y pesos al 25%	39
Tabla 7 Determinación de volumen y pesos al 30%.	41
Tabla 8 Determinación de volumen y pesos al 35%	42
Tabla 9 Prueba “Cinta de barro”	57
Tabla 10 Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”	57
Tabla 11 Método de ensayo Contenido de humedad (NTP 339.12)	58
Tabla 12 Método de Ensayos granulométrico NTP 339.128/	58
Tabla 13 Método de ensayo para determinar el límite líquido y límite plástica NTP 339.129	60
Tabla 14 Consistencia física de los adobes	61
Tabla 15 Hojas de Pino	61
Tabla 16 Aditivo Proes.....	61
Tabla 17 Adobes convencionales.	68
Tabla 18 Adobe con adición al 25% de hoja de pino.....	68
Tabla 19 Adobe con adición al 30% de hoja de pino.....	69
Tabla 20 Adobe con adición al 35% de hoja de pino.....	69

Lista de figuras

Figura 1	Prueba "Cinta de barro"	45
Figura 2	Prueba "Presencia de arcilla"	45
Figura 3	Ensayo granulométrico	46
Figura 4	Medida de la fibra de pino según la norma.....	47
Figura 5	Ensayo "Resistencia de compresión"	48
Figura 6	Ensayo "Compresión diagonal o tracción indirecta"	48
Figura 7	Ensayo "Compresión de muretes"	49
Figura 10	Curva granulométrica	59
Figura 11	Curva de fluidez.....	60

Lista de gráficos

Gráfico 1	Resistencia a la compresión de unidades de adobe (Cubos) – NTP 339.613	62
Gráfico 2	Resistencia a la compresión de unidades de adobe – NTP 339.613	63
Gráfico 3	Ensayo de resistencia a la tracción por compresión (Cilindros) – NTP 399.615... ..	63
Gráfico 4	Compresión admisible de muretes – NTP 339.605.....	64
Gráfico 5	Compresión por aplastamiento de muretes – NTP 339.605.....	64
Gráfico 6	Ensayo “Compresión diagonal” o “Tracción Indirecta” – NTP 339.621.....	65
Gráfico 7	Ensayo de flexión – NTP 339.078	66
Gráfico 8	Ensayo de absorción – NTP 399.613	66
Gráfico 9	Ensayo de succión – NTP 399.613	67

Resumen

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar cómo influye la hoja de pino y el aditivo proes como estabilizador en las propiedades físico mecánicas de los bloques de adobe. Por ende, se desarrolló una metodología de tipo experimental, teniendo un nivel descriptivo, siendo de diseño aplicada con un enfoque cuantitativo y longitudinal, en el que se consideró un total de 102 especímenes para cada una de las dosificaciones (tradicional, 25%, 30% y 35%), habiendo aplicado como técnica de la observación. Respecto a los resultados que se han obtenido, se evidenció que, la dosificación que obtuvo resultados favorables fue el 30% de adición de hoja de pino, pues mejoró las propiedades mecánicas en un 276% respecto al adobe convencional, del mismo modo, en el ensayo de tracción el resultado obtenido también fue el esperado, debido a que, el aumento de la resistencia a tracción fue un 136% respecto al adobe convencional.

Palabras clave: Adobe, Hojas de pino, Aditivo proes, Estabilizador, Compresión

Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of pine leaf and the additive proes as a stabiliser on the physical-mechanical properties of adobe blocks. Therefore, a methodology of experimental type was developed, having a descriptive level, being of applied design with a quantitative and longitudinal approach, in which a total of 102 specimens were considered for each of the dosages (traditional, 25%, 30% and 35%), having applied as observation technique. Regarding the results obtained, it was shown that the dosage that obtained favourable results was the 30% addition of pine leaf, as it improved the mechanical properties by 276% with respect to conventional adobe, likewise, in the tensile test the result obtained was also as expected, because the increase in tensile strength was 136% with respect to conventional adobe.

Keywords: Adobe, Pine leaves, Proes additive, Stabiliser, Compression

Introducción

En el presente estudio, el problema se centra en la presencia de lluvias frecuentes en la ciudad de Chota – Cajamarca, pues se registró el 15 de diciembre del 2020 la destrucción de muchas viviendas que han sido construidas en base de adobes, pues estos adobes no han presentado adquirir un mejoramiento en la propiedad de la permeabilidad, haciendo así que este se desmorone por ejecutar mayor absorción de agua [1].

Por ende, es importante señalar que las elevadas lluvias que se registran regularmente en el Perú provocan inundaciones por desbordamiento de los ríos, lo que pone en peligro las construcciones de adobe, ya que su resistencia mecánica se debilita por la atracción que ejercen sobre el agua, lo que finalmente conduce a su desintegración [2].

Precisando así que, la humedad es un gran adversario de las estructuras de adobe, sobre todo cuando están sometidas a períodos prolongados de inundación. El agua disuelve el enlace entre las partículas que componen el adobe, provocando el colapso de las estructuras [3].

Pues, dentro de los antecedentes más importantes se tiene a Doria y Orozco [4], quienes han hecho que las propiedades estructurales del adobe se mejoren considerablemente, en el que se demostró que los adobes estabilizados son los que necesariamente deben de presentar un catalizador que mejore sus propiedades físicas o químicas, con el fin de aumentar las proporciones de estas mismas.

Del mismo modo, se consideró a López y Teque [5], quienes han cuantificado el impacto del ingrediente fibra de coco en las propiedades mecánicas y físicas del adobe, obteniendo así que al adicionar el 3% de mezcla, hacen que se mejoren los adobes en cuanto a la resistencia según ensayos, lo cual, no sucede en adobes convencionales.

Finalmente, se consideró a Medina [6], quienes analizaron los efectos de cantidades variables de adiciones de fibra de pino en las cualidades físico-mecánicas del adobe, lo cual hizo que al adicionar dichas fibras de pino, las características del adobe han incrementado positivamente en cuanto a la flexión, compresión y permeabilidad, haciendo que se cumpla la hipótesis de estudio establecida.

A lo expuesto, en el presente estudio, para ello, el adobe se mezcla con hojas de pino, que aumentan la resistencia del material a la compresión, la flexión y la absorción de agua.,

asimismo, esto puede verse influenciado gracias al uso del sistema Proes, pues este funcionará como un estabilizador en diversos aspectos, garantizando así resultados pertinentes para la obtención de un producto final innovador, el cual pasará debidamente sus respectivos ensayos en diferentes porcentajes. La tierra se ha utilizado como material de construcción en todo el mundo por su facilidad de uso y su bajo coste como material local y de bajo coste, por lo que se sigue utilizando como materia prima para la construcción de viviendas familiares y unifamiliares. Sin embargo, hay agentes externos que pueden dañar la estabilidad de estas estructuras, provocando desastres o incluso más muertes.

Por lo que, debido a la disponibilidad de sustitutos convencionales y modernos, la popularidad del adobe como material de construcción ha disminuido a lo largo de los años. En un principio, se pensó que era una solución popular y práctica a la escasez de viviendas en regiones desatendidas o aisladas, pero en la actualidad su uso se relaciona con las malas condiciones de vida [7].

A pesar de ello, se precisa que el uso del adobe en diversos lugares ha tomado cierta relevancia respecto a las condiciones y beneficios, siendo esto especificado en Colombia, México y Perú, a pesar de ello, debido a los materiales y las técnicas utilizadas, han dado lugar a prácticas de construcción generalizadas que tienen una influencia perjudicial para el medio ambiente. Así, está claro que el adobe es un material de fabricación local que se emplea en la construcción, sobre todo en los muros de las viviendas, y que su fabricación no tiene un impacto negativo en el medio ambiente [8].

Según los datos recogidos en 2014 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia, el país realizó su tercer Censo Nacional Agropecuario (CNA), el bloque, el ladrillo, la piedra o la madera pulida fue el material predominante en las paredes del 49,1 por ciento en número de casas habitadas en las regiones rurales del país; les siguieron: 25,5 por ciento, materiales como tapia pisada, adobe o bahareque; 18,9 por ciento, tabla burda y tabla bur. En Casanare, las paredes de adobe se utilizan en aproximadamente el 18% de las viviendas rurales, excluyendo las de los caseríos y asentamientos urbanos no incluidos en el censo. En contraste con los datos del DANE de 2005, el uso de bloque, ladrillo, piedra o madera pulida en las paredes de las viviendas rurales aumentó del 41,3% al 48,5% en 2014, mientras que el uso de tapia pisada, adobe y bahareque disminuyó del 31,9% al 25,2%, lo que implica que los materiales industriales han ido reemplazando este material [9].

En la actualidad no existe ninguna norma de ensayo para este tipo de sustancias en Perú. Se llevaron a cabo experimentos sobre los procesos de construcción con adobe, las probetas, los requisitos de las pruebas, el aspecto elástico, la resistencia a la compresión, la resistencia al cizallamiento y la resistencia a la flexión son sólo algunas de las características mecánicas importantes del adobe que se han analizado y descrito en gran profundidad. [10].

Por ello, para mejorar la resistencia y durabilidad, la Norma E.080 de 2017 especifica el uso de paja o arena gruesa en la producción de ladrillos de adobe por el Ministerio de Construcción y Saneamiento del Perú; sin embargo, la normativa referida a la resistencia mecánica sobre flexión a la Norma Técnica Ecuatoriana 2554 especifica el uso de cemento.[11]. Precisando que, el adobe estabilizado con confitillo supera los requisitos de resistencia mínima de la norma E.080, mientras que la prueba de absorción siguió la norma ASTM-C677. en cumplimiento de la norma ASTM-C67 [12]. En consecuencia, antes de la creación del super adobe, el cual incrementa la resistencia a la compresión, otras tecnologías de adobe, como el adobe normal y el adobe compactado, sirvieron de predecesores [13].

Tabla 1. *Infraestructura física subyacente de la vivienda privada viviendas privadas en las que las paredes exteriores son en su mayoría de adobe o tapia de adobe, clasificadas por tipo de construcción de adobe*

Departamento	Censo 2007		Censo 2017		Variación intercensal 2007-2017)		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	2 229 715	34,8	2 148 494	27,9	- 81 221	-3,6	- 8 122	-0,4
Amazonas	49 909	56,1	53 232	52,0	3 323	6,7	332	0,6
Ancash	142 584	57,4	141 794	47,9	- 790	-0,6	- 79	-0,1
Apurímac	91 707	87,5	91 752	76,1	45	0,0	5	0,0
Arequipa	22 497	7,9	30 835	8,1	8 338	37,1	834	3,2
Ayacucho	108 648	68,7	107 647	62,1	- 1 001	-0,9	- 100	-0,1
Cajamarca	249 578	76,7	264 310	70,3	14 732	5,9	1 473	0,6
Callao	6 765	3,4	4 505	1,8	- 2 260	-33,4	- 226	-4,0
Cusco	223 575	76,2	217 794	67,3	- 5 781	-2,6	- 578	-0,3
Huancavelica	96 258	86,5	84 835	82,4	- 11 423	-11,9	- 1 142	-1,3
Huánuco	107 753	61,4	104 930	55,3	- 2 823	-2,6	- 282	-0,3
Ica	50 044	29,8	29 064	13,1	- 20 980	-41,9	- 2 098	-5,3
Junín	125 529	43,7	107 473	33,2	- 18 056	-14,4	- 1 806	-1,5
La Libertad	224 802	61,7	228 792	51,8	3 990	1,8	399	0,2
Lambayeque	121 605	50,4	121 671	42,0	66	0,1	7	0,0
Lima	171 766	8,9	130 745	5,4	- 41 021	-23,9	- 4 102	-2,7
Loreto	1 242	0,7	1 334	0,7	92	7,4	9	0,7
Madre de Dios	155	0,6	723	1,8	568	366,5	57	16,6
Moquegua	13 796	29,0	11 161	19,8	- 2 635	-19,1	- 264	-2,1
Pasco	28 923	44,6	21 626	33,8	- 7 297	-25,2	- 730	-2,9
Piura	121 128	32,5	130 735	27,9	9 607	7,9	961	0,8
Puno	229 548	64,9	226 775	58,6	- 2 773	-1,2	- 277	-0,1
San Martín	27 720	16,5	23 261	11,0	- 4 459	-16,1	- 446	-1,7
Tacna	8 865	11,0	7 650	7,8	- 1 215	-13,7	- 122	-1,5
Tumbes	4 621	9,5	4 766	7,8	145	3,1	15	0,3
Ucayali	697	0,7	1 084	0,9	387	55,5	39	4,5
Provincia de Lima 1/	80 271	4,7	52 272	2,4	- 27 999	-34,9	- 2 800	-4,2
Región Lima 2/	91 495	44,9	78 473	32,3	- 13 022	-14,2	- 1 302	-1,5

Fuente: INEI, 2017 [14].

Muchos edificios del Perú moderno siguen siendo de adobe, un material no estándar cuya composición y durabilidad se ven afectadas por factores ambientales como las lluvias y la actividad sísmica. Pues, según la INEI, para el periodo 2017 se registraron hogares construidas con tal material en Cajamarca, precisando que la humedad se encontraba en aumento para el mes de marzo, las cuales ocupan el segundo lugar de empleabilidad, debido lo expuesto, además de la realización de autoconstrucciones [15].

A lo expresado, en la serranía del Perú, durante los meses de enero a marzo, las lluvias han ocasionado significativos daños tanto a los materiales de construcción como a la vida misma de las personas, siendo el adobe el más afecta, tal es el caso de lo que acontece en la provincia de Chota, lugar en donde el número de casas construidas con el adobe son mayores, ante ello, es que se obtuvo un alto porcentaje de viviendas que se derrumban por el desconocimiento de las normas y técnicas adecuadas para la construcción con este material. Asimismo, no sólo la provincia de Chota está afectada, sino casi todo el departamento de Cajamarca, debido a la desinformación y el autoconstructivismo. Por ejemplo, en la localidad de Yuracyacu, en el 2022 se evidenciaron daños en viviendas afectadas de un total de 05 y de personas o familias damnificadas 20, en el distrito de Lajas y Tacabamba, tuvieron como resultado de daños a una familia damnificada respectivamente, en el distrito de Conchán dos viviendas construidas de adobe resultaron derrumbadas debido a estas intensas lluvias, dejando a dos familias damnificadas, en C.P. Cutaxi distrito de Conchán, un colegio se derrumbó dejando a varios estudiantes sin un lugar en donde puedan recibir sus clases y varios docentes sin trabajo. [14].

Como bien se sabe, el adobe presenta la capacidad de absorber la humedad atmosférica y está continuamente en peligro, a lo que se le denomina higrófilo, por lo que su resistencia se deteriora con el tiempo, sobre todo en este lugar donde las lluvias son fuertes, y acaban cayendo como parte de un muro o una pared.

Por la naturaleza de los suelos de los que están hechos, las arcillas atraen el agua de forma natural, lo que reduce la resistencia mecánica, así como la desintegración al contacto con el agua, reduciendo la durabilidad de estas estructuras, ya que estos factores son propicios para la erosión, el agrietamiento y el resquebrajamiento de las piezas, lo que resulta en un desgaste parcial o total [16].

Sin embargo, no es del todo malo, ya que puede mejorarse simplemente añadiendo productos

químicos adicionales que refuercen su resistencia a las causas desfavorables y, sobre todo, lo protejan de los elementos. Así, entre los estabilizadores naturales se encuentran la arena, las arcillas, la paja, las fibras vegetales, y esencias de las plantas, las cenizas de madera y los excrementos de animales (principalmente estiércol y orina de caballo), mientras que entre los estabilizadores industriales se encuentran la cal, las puzolanas, los cementos, el yeso, el asfalto, los estabilizadores comerciales de suelos, el silicato de sodio, las resinas y la melaza [17]

Hay que destacar que el tipo y la proporción de estabilizador que se utiliza vienen determinados, en primer lugar, por el tipo o la clasificación del suelo y, en segundo lugar, por la expectativa de mejora necesaria para el escenario específico. El coste y las circunstancias medioambientales son otras consideraciones importantes. Así, si sólo se desea modificar algunas propiedades, como la trabajabilidad, la plasticidad o la distribución granulométrica, pueden requerirse bajas proporciones de aditivo; sin embargo, si se desea interactuar con propiedades como la resistencia y la durabilidad para aumentar la vida útil, la cantidad de aditivo puede ser mayor [18].

Tomando de referencia dichos estabilizadores, el comúnmente más utilizado en la zona es la hoja de pino, pretendiendo analizar la fibra de plantas (hojas de pino) como el aditivo del adobe, así mismo para dar una mejor estabilidad, se ha optado por utilizar el aditivo estabilizador PROES para poder medir sus características físicas y mecánicas.

Este estudio proporcionará beneficios sociales a los ciudadanos que no disponen de una renta económica importante para poder utilizar materiales nobles en la construcción de sus viviendas, beneficiando así a estos ciudadanos, ya que el derecho a construir una vivienda es de todos. Además, el estudio proporcionará una estabilización más eficiente en cuanto a sus indicadores, lo que se traduce en una mayor durabilidad con respecto al entorno ambiental en el que se encuentra el ciudadano. Asimismo, se sostiene que la adición de hoja de pino y la estabilización del aditivo proes mejorará la durabilidad del adobe, lo que proporciona un cierto beneficio en cuanto a la obtención de una vivienda, ya que ésta se considera fundamental en la formación de un hogar; adicionalmente, el adobe mejorará sus características, haciendo accesible la adquisición de este adobe a los ciudadanos de escasos recursos. Por otro lado, la adición de la estabilización por parte del aditivo proes la hace innovadora, ya que se podrá verificar el beneficio de la durabilidad que el adobe proporciona para el uso de las construcciones, y el financiamiento que se otorgará para el desarrollo de la investigación estará respaldado por

pruebas de laboratorio, haciendo que la estabilización del adobe sea mucho más precisa. A pesar de ello, el investigador colaborará en la realización de estos ensayos, haciendo posible esta investigación en su desarrollo. Finalmente, se presenta la responsabilidad del impacto ambiental del desarrollo del adobe con aditivos y estabilización, para lo cual se deben seguir estrictamente las normas de albañilería. Dado que la adición se basa en la hoja de pino, el investigador debe asegurarse de que esta hoja no sea rara o esté en peligro de extinción, que no dañe el medio ambiente y que la forma de estabilización utilizada no perjudique el ecosistema natural de la región circundante, asimismo, se precisa que, el uso de las hojas de pino serían esenciales para beneficiar la prevención de la obstrucción del crecimiento del pasto, el cual sirve para alimento primordial de los ganados vacunos, pues así se puede beneficiar a los granjeros que crían animales domésticos, favoreciendo así su desarrollo tanto económico como el de la adquisición de un adobe innovador con aditivos y estabilizadores que refuerzan las propiedades a considerar del adobe.

A lo expuesto, el presente estudio presenta como objetivo general el de evaluar cómo influye la hoja de pino y el aditivo proes como estabilizador en las propiedades físico mecánicas de los bloques de adobe. Del mismo modo, se tienen a los objetivos específicos, tales como determinar la clasificación y el tipo de suelo que se utilizará para la elaboración de los bloques de adobe con hojas de pinos y el aditivo proes como estabilizador, realizar una caracterización de las hojas de pino como aditivo natural, realizar una caracterización del aditivo proes como estabilizador, examinar la resistencia a la compresión, flexión y compresión diagonal de los bloques adobe elaborados con hoja de pino en porcentajes de (25%, 30% y 35%) y el aditivo proes como estabilizador en una proporción de 0.35lt/m³, frente a un bloque de adobe convencional, evaluar la permeabilidad de los bloques de adobe elaborados con hojas de pino y el aditivo proes como estabilizador y analizar el costo-beneficio de un bloque de adobe elaborado con hojas de pino y el aditivo proes como estabilizador frente a un adobe convencional.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Aspecto internacional

Santamaria y Manotoa [19], en el 2022, en su investigación “Evaluación Físico-Mecánico de muestras de adobes de viviendas existentes en la provincia de Chimborazo”, cuya finalidad fue de recolectar, analizar (cuantitativa y cualitativamente) y verificar la consistencia de los datos para determinar los parámetros físico-mecánicos de muestras de adobe tomadas de viviendas preexistentes en la provincia de Chimborazo. Las muestras de adobe fueron recolectadas mediante un enfoque de investigación de campo, y se realizó un estudio técnico-arquitectónico de 13 viviendas vernáculas. En segundo lugar, se ensayó en laboratorio el contenido de humedad, la granulometría por tamizado, el límite líquido, el límite plástico y la resistencia de los ladrillos de adobe existentes, utilizando el enfoque científico. Al final, se normalizaron los datos cualitativos del sistema de construcción y se compararon con las características cuantitativas. La casa de adobe de Calpi, ubicada en el cantn de Riobamba, present la mxima resistencia a la compresin, con 0,5556 MPa, mientras que la casa de adobe de Punn, ubicada en la misma regin, present la menor, con 0,0162 MPa; ninguna casa de adobe super la resistencia definida por la Norma Peruana E. 080, que es de 1,0 MPa. La ubicación de la toma de muestras probablemente contribuyó a los malos resultados, ya que la mayoría de las muestras estaban expuestas a la intemperie. Las sustancias patógenas que causan la degradación de la estructura podrían localizarse evaluando su estado desde el suelo. En la mayoría de los casos, la falta de cuidado de las viviendas hace que el adobe pierda su resistencia. Estos materiales se utilizarán en el futuro para reparar y mejorar la técnica de construcción con adobe utilizada en la provincia de Chimborazo.

Echeverría y Zambrano [20], en el 2021, en su estudio “Análisis de las propiedades mecánicas de adobes ecológicos elaborados con barro, agua, con adiciones cementicias provenientes de residuos agroindustriales, cumpliendo la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015)”, cuyo objetivo fue sugerir posibles vías para desarrollar nuevos productos que puedan ayudar a paliar algunos de los problemas medioambientales y sociales más acuciantes del mundo. Se espera que, mediante una gestión adecuada de subproductos agroindustriales como la paja de arroz y la hoja de palma africana, puedan ponerse a disposición del público nuevos productos que redunden en beneficio de todos. En la actualidad, las cáscaras de arroz resultantes de las

actividades agroindustriales se queman al aire libre o se vierten indebidamente a los ríos, causando importantes daños medioambientales. El objetivo de incorporar este producto a la producción de nuevos materiales de construcción, en este caso para la fabricación de un adobe ecológico, es que su alto contenido en sílice lo convierte en una puzolana ideal para mezclar con cemento. Como subproducto de la extracción del aceite de coco de la palma africana "cascarilla de coco", que no se gestiona adecuadamente como residuo, también se decidió incorporar este material a la receta para fabricar adobe ecológico, ya que beneficia las propiedades mecánicas del cemento del mismo modo que lo haría una puzolana.

Doria y Orozco [4], en el 2020, en su artículo "Evaluación de propiedades físico-químicas y mecánicas del adobe elaborado con cal para su uso en la construcción sostenible", en donde se minimizó el impacto ambiental mejorando las propiedades estructurales, promoviendo así la salud y la calidad de vida de los ocupantes. Por ende, la metodología utilizada se presentó en un total de cinco fases, siendo el primero la selección de materiales, ensayos a los materiales, experimentación de diferentes relaciones de materiales, pruebas estructurales y la relación óptima de adobe. En cuanto a los resultados, se demostró que las proporciones más altas de contenido de arcilla superaron claramente a las más bajas, lo que indica que se necesita un catalizador físico o químico para aumentar el porcentaje en los adobes estabilizados con cal. Dado que el adobe no tenía ningún uso práctico más allá de su resistencia, no se sometió a más pruebas. Dado que la cal hidratada no experimenta reacciones químicas que perjudiquen a los componentes presentes, se dedujo que esta mezcla incluía únicamente cal hidratada.

Montenegro y Godoy [21], en el 2019 en su investigación titulada "Caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta", en donde se pretendió mejorar las propiedades físico-mecánicas de una de estas técnicas ancestrales, el adobe, mediante la incorporación de fibras naturales y artificiales que pudieran ayudar a optimizar su resistencia a los sismos. Este estudio examina el comportamiento de ladrillos de adobe fabricados con suelo de Páramo de Zuleta estabilizado con distintos porcentajes de fibra de paja, cabuya y fibratex (fibra artificial de polipropileno). Entre las fibras artificiales ensayadas, la versión del 20% presentó la mayor resistencia a la compresión (3,31 Mpa), seguida de la versión del 50% (3,08 Mpa). El valor de 1,58 Mpa para la fibra de cabuya al 30% resultó ser el más débil. Se comprobó que todas las muestras se ajustaban a la norma peruana E 0,80, ya que los resultados de este tipo sólo se consideran

idóneos para su uso en proyectos de construcción convencionales si son superiores a 1 MPa.

Jové, Berbero y Flores [22], en el 2018, en su estudio “Assessment of the mechanical performance of three varieties of pine needles as natural reinforcement of adobe”, en donde se determinó el comportamiento de tres tipos de acículas de pino como fibra vegetal en la masa de adobe: *Pinus halepensis* (pn1), *pinia* (pn2) y *pinaster* (pn3), todos ellos abundantes en la Península Ibérica. Por ende, se hizo uso de fibras, las cuales han sido avenidas mediante un calibrador digital. El grosor de la fibra se obtuvo mediante estereomicroscopía digital. Las características superficiales de la fibra se estudiaron mediante estereomicroscopía digital. El aparato utilizado fue un microscopio estereoscópico de la serie MoticSMZ168 con un aumento de 0,75 a 5. Estaba equipado con una cámara digital Moticam-2300. El microscopio se aplicó para observar las superficies exteriores e interiores, así como las fracturadas. Se estudiaron las características superficiales de la fibra para evaluar su adherencia al suelo. Obteniendo como resultado que, demuestran su viabilidad, aportando alta resistencia y ductilidad al adobe. Concluyendo así que, la pn1 es la fibra más adecuada de las tres probadas para la fabricación de adobes.

Aspecto nacional

López y Teque [23], en el año 2021, en su tesis “Fibras de coco y su influencia en las propiedades físico - mecánicas del adobe, Chiclayo – 2021”, en donde se estableció la incidencia de las propiedades físico – mecánicas del adobe al adicionar fibras de coco, siendo la metodología de carácter aplicada, presentando un alcance descriptivo, con diseño experimental. En cuanto a los resultados, se ha calculado que los porcentajes de compresión del 2% y 3% han mejorado en comparación con las unidades de adobe, en las que había que incorporar el 3%, resistiendo a una capacidad de 15,0 kg/cm², siendo está representada en el 108. 8%; del mismo modo, los porcentajes de 2% y 3% han mejorado en comparación con la resistencia del adobe a la flexión y tracción, donde el adobe resiste 7,2 kg/cm² en 2%, Concluyendo así que, la fibra de coco ha adicionar debe de ser de unos 3% de mezcla, lo cual hace que los adobes mejoren en su resistencia en comparación con el tradicional.

Sandoval [24], en el año 2021, en su tesis “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal”, en donde se utilizaron cal y cenizas de carbón para estudiar la resistencia del adobe a la erosión y la compresión, las cuales son comúnmente

localizadas en las ladrilleras artesanales. Metodológicamente, comenzó con la selección de materiales y las pruebas in situ, seguidas de análisis de laboratorio para identificar el mejor suelo para producir los ladrillos de adobe. La cal se obtuvo en el norte de Lambayeque, mientras que un fabricante independiente de ladrillos suministró las cenizas de carbón. Se probaron las propiedades físicas y mecánicas del adobe modificado con 3%, 5%, 8%, 10% y 12% de cenizas de carbón y cal frente al adobe inalterado. Además, se construyeron muros regulares y se simuló una inundación para comprobar su resistencia. Según los resultados, la resistencia a la erosión y a la compresión del adobe puede mejorarse añadiendo un 10% de cal y ceniza de carbón.

Campos [25], en el 2019, en su tesis “Análisis físico mecánico del adobe con la aplicación de fibra de totora, tayabamba-2018”, en donde se determinó que existía una correlación entre el análisis físico-mecánico del adobe y la cantidad de fibra de totora añadida. Por lo tanto, se optó en hacer uso de la metodología aplicada, en el que se hizo uso de normativas del E 080 y E 070, presentando un diseño experimental, en el que se consideró como unidad de análisis a las probetas de adobe, cuyas dimensiones fueron de 24 cm x 13 cm x 9 cm. Obteniendo como resultado que, los efectos de la adición de fibra de totora sobre la compresión, la flexión y la absorción se ensayaron con adobes fabricados con 1, 3 y 4,5% de fibra de totora, respectivamente, en función del peso seco del suelo utilizado como muestra.

Medina [26], en el 2019, en su tesis “Propiedades físico mecánicas del adobe compactado con la adición de agujas de pino en diferentes porcentajes”, en donde se evaluaron las cualidades físicas y mecánicas del adobe compactado con distintas cantidades de agujas de pino. Para ello, se hizo uso de una metodología aplicada, siendo de diseño experimental, habiendo considerado a un total de 72 unidades de ensayos de absorción, compresión y flexión, en el que los datos fueron registrados a manera de observación mediante hojas de cálculo. En cuanto a los resultados, se demostró mediante el ensayo de laboratorio que la adición del 0,50% aumenta la resistencia a la compresión en un 16,61% en comparación con el adobe convencional, mientras que la adición del 0,25% aumenta la resistencia a la compresión en un 25,76% y la adición del 0,75% aumenta la resistencia a la compresión en un 24,76%, por lo que la ganancia global en cualidades físicas y mecánicas es inferior al 20%, ahora, para la flexión, se demostró que todas las concentraciones incrementaron respecto a la resistencia en flexión del 0.25%, 0.50% y 0.75% en 51.65%, 62.15% y 34.36% respectivamente, a pesar de ello, se determinó que, la absorción no cumplió lo estipulado en la hipótesis, siendo desintegrada al haber estado 24 horas sumergida en agua. Concluyendo así que, el aditivo de agujas de pino en el adobe, hacen que

aumente cada una de las características, lo cual hace que se considere como un refuerzo apto en la elaboración de adobes.

Márquez [27], en el 2018, en su tesis “Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chíncha 2018” tuvo como objetivo determinar la proporción de virutas de eucalipto necesaria para la estabilización del adobe. Se tomaron 72 muestras en total. La metodología se basó en emplear los aportes y normas del E 080 diseño y construcción con tierra reforzada y E 070 de albañilería. Los resultados mostraron que el adobe estabilizado aumentó su absorción en un porcentaje constante de 20,78%, 202,92% y 22,62%, y que su resistencia a la compresión aumentó en un 67%, 46% y 94% en comparación con el adobe estándar de 26,05 kg/cm², mientras que su resistencia a la flexión disminuyó en un porcentaje decreciente del 43% con el aumento de las cantidades de virutas añadidas.

Aspecto local

Fernández y Flores [28] en el 2021, en su estudio “Comportamiento físico mecánico en muros de albañilería de adobe con fibras de hoja de piña – pseudotallo de plátano, Cajamarca – 2021”, en donde se estudiaron las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de adobe en relación con la adición de fibra de piña y pseudotallo de plátano. Para ello, se hizo uso de una metodología aplicada, presentando un nivel descriptivo de diseño cuasi experimental, habiendo considerado a unos 378 adobes. En lo que se obtuvo que la resistencia basada en la compresión se cumplió a llegar con el indicador mínimo según la norma E 080, precisando que, la adición fue de 1% de fibra pseudotallo de plátano y fibra hoja de piña, del mismo modo, la flexión fue muy resistente, siendo la adición de 1%. Concluyendo así que, el efecto que presentan las fibras estudiadas se da de manera significativa y positiva en las propiedades del adobe.

Bases Teórico Científicas

El adobe

Cuando hablamos de tierra como material de construcción, nos referimos a un bloque de tierra compactado y sin cocer, a menudo reforzado con aditivos estabilizadores como la paja [29].

El adobe actúa como aislante térmico, manteniendo a las personas calientes y cómodas. Con la adición de nuevos aglutinantes, tiene la ventaja de disipar la carga eléctrica humana con sólo tocar las paredes, lo que nos llevó a investigar las propiedades del adobe [30].

Se hace a mano, amasando el barro y añadiendo suficiente agua para conseguir un barro firme y bien mezclado. Posteriormente, se añade al barro estiércol, paja, hojas de pino, crines o pelos de criaturas que ayudan a ligar y atar el material. Este material añadido al barro puede ser una quinta parte del barro amasado. Para evitar que el barro se pegue se utilizan moldes de madera, que deben estar húmedos antes de su uso y deben llenarse manualmente. Se dejan al aire hasta que se solidifican, y luego se sacan para completar el proceso de secado, que dura de dos a tres semanas. Pueden soportar 15 kg/cm de fuerza [31].

Tipos de adobe

✓ **Adobe no estabilizado**

La actividad del presente adobe se encuentra influida por las circunstancias y la composición del suelo a partir del cual se crea. Para equilibrar su propensión a expandirse y contraerse, un suelo demasiado arcilloso necesitará un mayor porcentaje de otros componentes, lo que puede provocar fracturas y deformaciones. El adobe no necesita el uso de combustibles debido a la naturaleza de los ingredientes que lo componen, así como a su técnica de producción, lo que supone un ahorro de costes del 40 por ciento respecto a los ladrillos de arcilla quemada, puesto a que no es necesaria la combustión, pero sí para el hormigón. Tras sus limitadas prestaciones mecánicas, uno de los inconvenientes del adobe tradicional es el gran número de empleados necesarios para su elaboración, lo que eleva el gasto de la obra. También necesita largos periodos de tiempo de secado y enormes lugares en los que secarse, dependiendo de las condiciones. La paja o las fibras se incluyeron originalmente en la construcción de adobe para mitigar las propiedades de contracción y expansión del material, que se manifiestan sobre todo en forma de fisuras. Sin embargo, si el suelo con el que se fabrica el material es uniforme y presenta pocas diferencias dimensionales, el uso de fibras puede resultar muy eficaz [32].

✓ **Adobe semi-estabilizado**

Debido a que contiene entre un 3 y un 5% de su peso en forma de estabilizador o ingrediente impermeabilizante, este tipo de adobe se designa como bloque resistente a la humedad. Este estabilizador es crucial para el bienestar del bloque de adobe durante todo el proceso de secado. El estabilizante más popular es la emulsión asfáltica por su facilidad de uso y sus propiedades físicas, como la impermeabilización. Este estabilizador se aplica tan pronto como se combinan los componentes para los ladrillos, no como un paso de

acabado. A consecuencia del volumen del adobe es que se generan los depósitos o moldes a utilizar, los cuales deben de recubrirse con láminas de melamina, el uso de emulsiones en la estabilización del adobe no es especialmente practicable para uso en construcción económica [32].

✓ **Adobe estabilizado**

La sustancia estabilizadora mitiga el problema técnico subyacente del adobe convencional, a pesar de presentar cierta deficiencia de soporte ante la absorción o humedad. El proceso de estabilización del suelo incluye la mejora del suelo, el agua y el aire para que pueda utilizarse según lo previsto. A la hora de estabilizar, es importante tener en cuenta aspectos como las características inherentes del suelo, los atributos finales necesarios, las finanzas del proyecto, los posibles enfoques para incorporar el suelo seleccionado, el método de construcción y el coste de mantenimiento. La proporción de agua que absorbe un adobe totalmente estabilizado debe limitarse al 4% en el peso final, haciendo necesario que se añada un aditivo que se encuentre entre el 6% y el 12% de su peso total. Precizando que, el recubrimiento como tal no se hace necesario, a pesar de ello, la mayor deficiencia es que frecuentemente los usuarios hacen imprescindible recubrir su producto final, lo que incrementa significativamente el costo de la obra [32].

✓ **Adobe compactado**

El uso de una prensa para proporcionar una fuerza de compactación a los materiales de adobe tradicionales da como resultado un material más homogéneo, maximizando las ventajas y minimizando los problemas del uso del adobe en la construcción. La influencia de la compactación se refleja en un aumento de la densidad del adobe, lo que a su vez incrementa su resistencia mecánica, al reducir la porosidad total y la macroporosidad del suelo, haciéndolo más denso en comparación con el adobe normal. Una prensa manual o electromecánica que no consuma mucha energía es todo lo que se necesita para compactar adobe a partir de recursos locales. En términos de conservación de recursos y eficiencia, el adobe compactado presenta ventajas sustanciales frente a los materiales manufacturados. Los gastos directos e indirectos se reducen considerablemente cuando se utilizan materiales naturales disponibles localmente en la construcción con adobe. Sin embargo, el rendimiento de la inversión es mayor por metro cuadrado construido y se reduce el tiempo de construcción. Con mejores cualidades térmicas y acústicas que los bloques de hormigón y utilizando menos cemento en su producción, este material es un

claro ganador. Es menos costoso que el adobe convencional, ya que se puede fabricar más rápidamente [32].

A manera de síntesis, se determina que el mejor tipo de adobe a considerar para la construcción de viviendas es el compactado, pues no daña el medio ambiente, presenta ser una alternativa viable y es considerada la más limpia de todas.

Norma técnica E080

Es una de las normas a considerar dentro de la albañilería y construcción de adobes, el cual establece ciertos requisitos e indicadores respecto a la elaboración de adobes para la fabricación de viviendas aseguradas sísmicamente, siendo su principal objetivo, el de permitir fabricar edificaciones de bajo costo beneficiando a la sociedad mediante el diseño in situ adquiriendo ventajas a las vulnerabilidades sísmicas, previniendo catástrofes [33].

NTP 399.604

Es requisito de esta Norma Técnica Peruana (NTP) que las muestras de unidades de mampostería de concreto sean ensayadas para determinar sus dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad) y contenido de humedad de acuerdo con la metodología definida [34].

NTP 399.613

Las muestras de ladrillos de mampostería fabricados con arcilla cocida deben ser ensayadas de acuerdo a los lineamientos establecidos en esta NTP [35].

NTP 339.034

La resistencia a la compresión del concreto se mide mediante el uso de probetas cilíndricas y extracciones de diamante, ambas definidas en esta NTP [36].

NTP 399.605

Esta NTP proporciona directrices para fabricar y ensayar prismas de ladrillo y fórmulas para calcular la resistencia a la compresión, f_{mt} , que luego se utiliza para evaluar si el material cumple o no con la resistencia a la compresión requerida para la mampostería, f_m . Las técnicas de fabricación y ensayo que se describen a continuación servirán de referencia y darán parámetros de control cuando se emplee este método de ensayo para su estudio. También se incluyen métodos para calcular la resistencia a la compresión de las probetas de albañilería, como los

prismas [37].

NTP 400.013

Hay dos procesos descritos en este método de ensayo que pueden determinar a grandes rasgos si hay o no materia orgánica o contaminantes peligrosos en los áridos del hormigón. En un método se utilizan pinturas de vidrio normales, mientras que en el otro se utiliza un colorante normal [38].

NTP 400.017

Los espacios entre las partículas de los agregados finos, los agregados gruesos, o una combinación de ambos, se calculan utilizando la densidad aparente ("Peso Unitario") del agregado ya sea en su forma suelta o compactada, como lo establece esta Norma Técnica Peruana. Para agregados con un tamaño nominal máximo de 125 mm o menos, este procedimiento de ensayo es apropiado [39].

NTP 339.088

Para la elaboración del concreto de cemento Portland, esta NTP especifica la composición química requerida y las características de desempeño del agua de mezclado. Esta NTP especifica las normas y frecuencias de ensayo para la certificación de fuentes de agua individuales o combinadas, y también define las fuentes de agua en sí mismas. Si el comprador tiene necesidades especiales que no están cubiertas aquí, es su obligación proporcionar esos detalles en una especificación separada [40].

NTP 339.127

Esta Norma especifica el procedimiento que debe seguirse al realizar las pruebas para determinar el nivel de humedad del suelo [41].

NTP 339.128

El tamizado y la sedimentación son dos procedimientos que pueden ser utilizados en conjunto con esta NTP para realizar el examen granulométrico de los suelos [42].

NTP 339.129

Los métodos para determinar el límite plástico, el límite líquido y el índice de plasticidad de una muestra de suelo se detallan en esta NTP [43].

Propiedades del adobe

Como el adobe tiene cualidades acústicas y térmicas, es una magnífica elección para construir. Como el adobe se distingue por su tardía refrigeración y calefacción, las estructuras de adobe son más cálidas por la noche, cuando los muros restituyen todo el calor adquirido durante el día, pues presenta rangos bajos en cuanto a resistencia a la compresión y a la tensión, del mismo modo, presenta una baja permeabilidad, lo cual hace que se genere cierto daño a la edificación de manera directa [44].

Especificaciones técnicas

Por cuestiones de peso, para cumplir con la NTP E.080, los lados del bloque de adobe no deben tener más de 0,40 m de longitud. Las dimensiones del bloque de adobe deben ser dos veces su ancho y su largo. La altura ideal de un bloque de adobe oscila entre 0,08 m y 0,12 m. Se requiere un mínimo de 48 horas de tiempo de hidratación después del tamizado de la tierra antes de elaborar el adobe. Para evitar que el adobe se agriete, debe secarse a la intemperie. Los bloques de adobe terminados deben estar libres de restos, grietas u otros desperfectos que puedan debilitarlos [33].

También Antes de colocarlos, los ladrillos de adobe deben remojar de 15 a 30 segundos. El agrietamiento puede reducirse al mínimo asegurándose de que el mortero tenga un nivel de humedad no superior al 20%. Utilizar la menor cantidad de agua posible reducirá la probabilidad de agrietamiento. La paja picada y la tierra pueden tener una relación de volumen de 1:1 o 1:2. Si no tiene paja, puede utilizar arena arenosa en su lugar. Los resultados de la prueba de campo deben utilizarse para establecer la proporción adecuada. Los morteros pueden tener entre 5 y 20 mm de grosor [33].

Características del adobe

Se presenta a continuación las características del adobe según Barrera [45], a conocer:

- En la obra se fabrica el adobe.
- El gasto en materias primas y materiales es mínimo.
- El adobe puede hacerse a mano o con la ayuda de una máquina de adobe.
- Salvo la mezcla de la materia prima, no necesita personal especializado para su fabricación, pero para ello existe un manual de fabricación de adobe con normas técnicas.
- Es un aislante muy eficaz.

- Es un regulador térmico que permite la acumulación de calorías.
- No mantiene la humedad interior.
- Es un aislante acústico.
- Por su relativa flexibilidad, es más resistente que el hormigón.
- Es rentable, sobre todo cuando se descubre en una obra.

Componentes del adobe

Arcilla

En general, son minerales que se encuentran en la corteza terrestre y que, cuando se hidratan, forman masas plásticas a partir de las cuales se pueden fabricar cerámicas; en la práctica, consisten principalmente en silicatos de aluminio hidratado [46].

Limo

Son partículas invisibles que normalmente son relativamente flexibles, tienen una cohesión importante en los suelos secos, se convierten en polvo por la presión de los dedos, rara vez son degradados por el viento y no pueden drenar por bombeo [46].

Arena Gruesa

Debido a su estructura granular, cuando se expone al agua, el material no se degrada y minimiza el grosor de las fracturas que se forman durante el fraguado de la arcilla, lo que se traduce en una mayor resistencia [46].

Ventajas del adobe

A continuación, se detallan las ventajas encontradas en el uso del adobe [8]:

- Asequibilidad, ya que los ingredientes necesarios para fabricar el adobe son fácilmente accesibles.
- Proporciona confort térmico en invierno y aire acondicionado en verano.
- Los edificios de tierra cruda ofrecen un aislamiento acústico superior al de las estructuras convencionales construidas con materiales tecnológicos más utilizados.
- Como el adobe absorbe la humedad de la madera, se ha demostrado que la madera revestida de adobe es muy resistente a los hongos y a la polilla.
- En términos de aplicación, el adobe permite una amplia gama de trabajos; por

ejemplo, puede utilizarse para crear curvas y parábolas.

- En cuanto a su reciclabilidad, basta con molerlo y empaparlo en agua para volver a trabajar ese mismo material.
- En cuanto a la resistencia del material, una construcción de adobe bien diseñada y mantenida tiene la capacidad de sobrevivir más de 100 años de forma conservada; teóricamente, un edificio de adobe puede durar muchos más años con un mantenimiento continuado adecuado.
- Debido a su composición fisicoquímica, la tierra cruda ofrece una notable resistencia y gestión del fuego, como demuestran las comparaciones con otros materiales industriales como el ladrillo y el acero.
- Algunas de las desventajas del adobe son las siguientes 1) El adobe es sensible a la humedad y tarda tres días en secarse. 2) Aunque se puede utilizar prácticamente cualquier suelo para construir una casa de adobe, no todos los suelos son de alta calidad. 3) Las estructuras de adobe requieren un mantenimiento regular, especialmente en las paredes exteriores. 4) En este momento no se sugiere la construcción vertical. 5) Tampoco es buena idea utilizarlo en zonas con mucha humedad, lluvia o actividad sísmica. 6) Dado que las paredes de las estructuras de adobe suelen ser relativamente gruesas, no se recomienda su uso en zonas muy pobladas.

En base a la investigación de campo para determinar el grado de calidad, existen numerosos enfoques para comprobar la viabilidad de la fabricación del adobe, así como del suelo para su fabricación.

Ensayos de laboratorio

Resistencia a la compresión

La resistencia de un elemento de mampostería a los efectos deteriorantes de la intemperie y otros factores ambientales depende en gran medida de su prueba de resistencia a la compresión (fb), lo que la convierte en una de las mediciones más cruciales [47].

Resistencia a Tracción

Standard Test Methods for the Evaluation of Clay Bricks for Use in Building Construction; ASTM C - 67. La unidad de adobe dada en el vano debe comprimirse utilizando la máquina.

La cual se inclina bastante hacia el centro. El dispositivo se doblará hasta que se rompa bajo la tensión de la prueba [48].

Ensayo de flexión

La NTP 339.078 define el procedimiento para determinar la resistencia a la flexión de vigas de hormigón moldeado o de hormigón endurecido apoyadas en un único soporte mediante la aplicación de cargas a un tercio de la luz [49].

Absorción de Agua

Para esta sencilla prueba sólo se necesita una balanza y un baño termostático. El tiempo necesario para que una muestra se sature tras ser sumergida en agua se utiliza para reflejar la tasa de absorción de agua de la muestra, y el período de inmersión estándar es de 24 horas a 23 grados Celsius. Los experimentos con tiempos de inmersión prolongados también pueden utilizarse para modelizar la absorción de agua en función del tiempo transcurrido hasta la saturación. Cuando se expone al agua o a los efectos de la humedad, la cantidad de agua absorbida por las unidades ensayadas depende en gran medida de la estructura y composición de las mismas. La relación entre la superficie de una pieza y su volumen determina la rapidez con la que puede absorber agua. Por ello, cuando se realizan ensayos de comparabilidad, lo mejor es utilizar muestras iguales o muy similares. Cuando un componente o sustancia absorbe agua, sus características se alteran. En la mayoría de los casos, la resistencia y la dureza disminuirán, pero la tenacidad mejorará. Las manchas lechosas o grisáceas pueden resultar poco atractivas y restar valor estético a un artículo. Se produce una disminución de la rigidez dieléctrica. La absorción de agua puede provocar hinchazón y cambios de dimensión [50].

Hoja de Pino

Es una hoja proveniente de la planta de pino, en el que por su contextura hace que al ser utilizado con el adobe se diversifiquen las características tanto físico como mecánico, pues al realizar estudios se determinó que influye mucho en la resistencia a la compresión y flexión del adobe, haciendo esto beneficioso para los dueños de las viviendas, además de favorecer a la reducción del impacto ambiental, pues es un recurso que se encuentra al alcance del ser humano [51].

Estabilizador

Es un método que permite el mejoramiento del adobe enfocándose principalmente en la mezcla

o materiales añadidos, aumentando considerablemente las características tanto físicas como químicas, siendo estos reflejados en la resistencia, capacidad de carga y la disminución de la susceptibilidad al agua, previniendo así el cambio dimensional ante la humedad y el secado [52].

Aditivo Proes

Se le considera un estabilizador de carácter químico el cual presenta ciertas características las cuales refuerzan la estructura del producto final a realizar, pues provoca cierta reacción iónica el cual hace que se incremente la resistencia y estabilidad frente al agua, siendo su principal fin el de crear soluciones de construcción de calidad y sobre todo de durabilidad, precisando que, se hace un buen uso de los recursos garantizando así la sustentabilidad medioambiental de procesos; este producto se puede presentar en líquido, presentando un tono oscuro de apariencia oleosa, el cual debe de encontrarse bajo los 100° C [53].

Estabilizadores físicos

✓ **Granulométricos**

Los áridos son minerales inertes granulares que se consideran productos minerales que pueden encontrarse en estado natural o manufacturado y que pueden utilizarse con un ingrediente cementante para construir el hormigón. Pueden caracterizarse como naturales o manufacturados dependiendo de su origen [54].

✓ **Con Fibras**

Estos construyen una estructura interna que ayuda a reducir la contracción distribuyendo mejor las tensiones en la matriz de tierra y aumentando la resistencia a la flexión y al corte. Se basa en la producción de elementos de pequeño formato (adobes) in situ utilizando tierra, agua y ciertas fibras vegetales para producir al menos un grado básico de estabilidad. Sin embargo, dado que esta técnica no garantiza la durabilidad y resistencia del producto, es fundamental investigar otros procedimientos que puedan ser utilizados por diversos segmentos de la población para proporcionar un producto superior (resistencia y durabilidad) a un coste barato y con una tecnología técnicamente posible [55].

✓ **Resinas de Árboles**

A menudo se utilizan como adhesivo, por ende, se debe de asegurar que no se presenten elementos alérgicos antes de que sean aplicados a la mezcla [56].

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

El presente estudio se considerará de naturaleza experimental, en el que se precisa la obtención de resultados en base a la observación misma de acontecimientos ocasionados por el mismo investigador, siendo manipulada una de las variables de estudio, en espera del reaccionar de la otra [57].

Por ende, la investigación será de naturaleza experimental, pues su intención se basará en la manipulación de la variable independiente a fin de determinar las mejoras que presentaría la variable dependiente, precisando, además, el comportamiento de los mismos en base a la influencia del aditivo de hoja de pino y la aplicación del sistema proes.

Del mismo modo, se precisará que el nivel a considerar será el descriptivo, en cual hace referencia a que mediante la aplicación del aditivo de las hojas de pino y la del sistema proes, se dará a conocer cada uno de los resultados que se obtendrán en los objetivos ya planteados, a fin de que, cada resultado sea entendible, así como el del comportamiento de los bloques de adobe con y sin la aplicación del aditivo y del sistema proes.

Diseño de investigación

El diseño del estudio será de naturaleza aplicada, pues se buscará dar a conocer el comportamiento de las características físico mecánica del bloque de adobe, en el que se le adicionará la hoja de pino y se aplicará el sistema proes a manera de estabilizador.

Asimismo, será de un enfoque cuantitativo, pues la data que se recolectará será de carácter numérico, los cuales serán analizados y procesados debidamente para poder realizar la comparativa respectiva de las características física mecánica del bloque de adobe en la adición de hojas de pino y la estabilización mediante el sistema proes.

Hipótesis

La aplicación de la hoja de pino y el aditivo proes mejora la evaluación de las propiedades físico mecánicas del bloque de adobe.

Variables y operacionalización

Variables dependientes:

- Propiedades físico mecánico de bloques de adobe

Variable independiente

- Hojas de pino
- Aditivo proes

Operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz operacional de las variables.

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS / ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA
TIPO	DESCRIPCIÓN				
Dependiente	Propiedades físico mecánico de bloques de adobe	Estudio físico	Porcentajes de absorción y succión	ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.613 / ENSAYO DE SUCCIÓN NTP 399.613	% / gr/cm ² /min
		Estudio mecánico	Compresión de unidades	Resistencia a la compresión – NTP 339.613	Kg/cm ²
			Compresión de pilas	Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión en prismas de albañilería / NTP – 399.605	Kg/cm ²
			Compresión de cubos	Resistencia a la compresión – NTP 339.613 / Norma E 080	Kg/cm ²
			Resistencia a la tracción	Método de ensayo para determinar la resistencia a tracción por compresión – NTP 399.615	Kg/cm ²
			Compresión diagonal	Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión en prismas de albañilería / NTP – 399.621	Kg/cm ²
			Flexión	ENSAYO DE FLEXIÓN NTP 339.078	Kg/cm ²

VARIABLES		INDICADORES	INSTRUMENTOS / ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA
TIPO	DESCRIPCIÓN			
Independiente	Hojas de pino	25% de volumen de adición de hojas de pino	Balanza digital	Kg
		30% de adición de hojas de pino		
		35% de adición de hojas de pino		
	Aditivo proes	0.35 lt/m ³ de adición del aditivo PROES	Probeta graduada de 1L.	Lt/m ³

Tabla 3*Operacionalización de la variable interviniente*

VARIABLES		INDICADORES	INSTRUMENTOS / ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA
TIPO	DESCRIPCIÓN			
Interviniente	Dimensiones de la hoja de pino	Largo de la hoja de pino	Wincha	cm.
		Espesor de hoja de pino	Wincha	mm.

Población, muestra, muestreo

La población hace referencia al conjunto total de personas, elementos u objetos que el investigador desea estudiar para fines científicos, los cuales presentan características similares [58].

Siendo este conformado por adobe y hoja de pino con tierra de CP Posope bajo, Patapo – Chiclayo, precisando que, estos elementos tendrán que estar regidos según la normativa peruana tano de la NTP 400.013 y la NTP 400.017, aunado a ello, se presenta la participación considerable del agua, pues es un elemento el cual cumple con las particularidades requeridas según la NTP 339.088.

Los porcentajes a considerar para la aplicación de la adición en los adobes, cubos y cilindros serán de 25%, 30% y 35% respectivamente. Estipulando así que, la población a analizar será un adobe, cubos y cilindros con hojas de pino y un aditivo de sistema proes, haciéndolo una población única para el estudio, con un total de 450 adobes, 30 cilindros y 30 cubos.

Por lo que, la muestra se encuentra conformada por una cantidad de elementos o individuos que pertenecen al conjunto general de la muestra, pues es el grupo que presenta con mayor frecuencia cada una de las características de interés para el desarrollo del estudio por parte del investigador [58]. Siendo este conformado por unos 408 adobes, 24 cubos y 24

cilindros, las cuales se encontrarán fabricadas con tierra de CP Posope Bajo, Patapo – Chiclayo, adicionando hojas de pino junto con el aditivo sistema proes, tamaño calculado por conveniencia propia del autor o investigador.

En cuanto al muestreo, se consideró el no probabilístico, siendo este un método el cual permite escoger a conveniencia propia del investigador la cantidad de elementos o individuos que desea estimar para su estudio, para ello, se considera la accesibilidad pertinente que este investigador presenta para poder determinarlo de manera precisa [59].

Tabla 4.

Muestra de adobes según tipo y porcentaje de adición

ENSAYO		DOSIFICACIÓN			
		CONVENCIONAL	25%	30%	35%
Compresión	Unidad	6	6	6	6
	Murete	36	36	36	36
Compresión Diagonal		54	54	54	54
Succión		3	3	3	3
Absorción		3	3	3	3
TOTAL, DE UNIDADES		102	102	102	102

Tabla 5

Muestra de cubos y cilindros según tipo y porcentaje de adición

ENSAYO	DOSIFICACIÓN				
	CONVENCIONAL	25%	30%	35%	Total
Compresión en cubos	6	6	6	6	24
Tracción de cilindros	6	6	6	6	24
Flexión	6	6	6	6	24

Criterios de selección

Criterios de inclusión y de exclusión Criterios de inclusión:

- ✓ Los adobes deberán ser de 20x40x10 cm de longitud.
- ✓ Para el ensayo de compresión de cubos se considerarán cubos con dimensiones de 10x10x10.
- ✓ Para el ensayo de tracción de cilindros se considerarán cilindros con dimensiones de 15.24x30.48 cm (diámetro y largo).
- ✓ Para el ensayo de flexión se considerarán vigas de 15x15x50.
- ✓ los adobes terminados no deben contener materias extrañas, como grietas u otros defectos que puedan degradar su resistencia y durabilidad para la elaboración de los adobes se considerarán adoberas tradicionales

- ✓ Los especímenes de adobe estabilizados deberán ser adicionados con el 25,30 y 35%
- ✓ De hojas de pino, así como 0.35lt/m³ del aditivo proes.

Criterios de exclusión:

- ✓ No se considerará cualquier otra característica u ensayo que no se encuentre estipulado líneas arriba para la consideración de la muestra final del estudio.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnicas para la recolección de datos

En el presente estudio se hará uso de las siguientes técnicas, a conocer:

- **Observación:** considerada uno de los elementos más esenciales en la recolección de información en una investigación, pues esta se encuentra conformada por diversas etapas, comenzando con la determinación del objeto de estudio, el estado y el caso a estudiar [60], precisando que esta técnica servirá para poder evaluar el comportamiento del adobe con el aditivo considerado a manera de producto final en base a sus características físico mecánicas y la aplicación del aditivo Proes.
- **Análisis documental o de contenidos:** El análisis documental es el proceso de examinar el contenido de las fuentes documentales extrayendo los componentes más importantes de la información de un documento, ordenándolos, clasificándolos e interpretándolos a la luz de los objetivos del investigador. El análisis documental requiere el uso de una técnica cualitativa [60]

Técnicas para procesamiento de datos

- **Experimentos:** Se harán uso de los ensayos de laboratorio para la recogida de información, pues son las técnicas que brindarán datos cuantificables en cuanto a las características físico mecánicas a evaluar de los adobes que se elaborarán, considerando el aditivo y el estabilizador a aplicar.

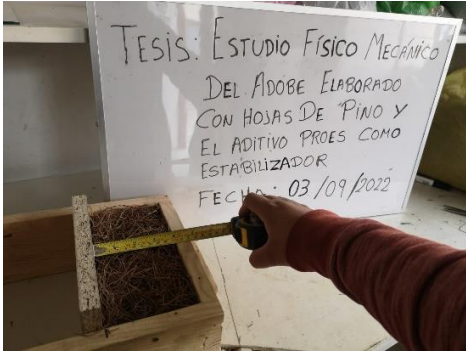

Procedimientos




Se consideraron los materiales o aditivos a usar, siendo en este caso las hojas de pino, las cuales se recolectaron después de haber caído del árbol *Pinus radiata*, en un estado seco, para luego ser transportadas al lugar en donde se elaboraron los adobes, es decir en el CP Posope Bajo, Distrito Pátapo – Chiclayo, seguidamente, de haber sido transportados este aditivo natural fue cortado habiendo considerado la NTP E080, es decir, de 5cm. Después de ello, se procedió a medir el volumen por unidad de adobe que se necesitaba para cada porcentaje, posterior a ello, se procede a pesar, indicador que servirá para poder elaborar una unidad de adobe, así mismo,

este peso se multiplicó por la cantidad de especímenes que se necesitaron para el primer porcentaje, del mismo modo se procedió para la medición del aditivo Proes, se sacó la cantidad de tierra para cada tanda y de acuerdo a una regla de tres simple se analizó que cantidad en volumen se necesitaría para cada porcentaje de adición. Una vez ya obtenido estos datos, dicha tanda de tierra se dejó descansando con agua durante 48 horas como recomienda la NTP E080 para después de pasado este tiempo se adicione el aditivo Proes y las hojas de pino formando una mezcla uniforme y consistente para finalmente amoldar los especímenes y dejarlos secar. Este procedimiento se ejecutó para los demás porcentajes determinados, así mismo, los cálculos se encuentran detallados a continuación.

Tabla 6

Determinación de volumen y pesos al 25%

Peso de la hoja de pino	
	
$LA_{25\%} = \frac{25}{100} * LAT$ $LA_{25\%} = \frac{25}{100} * 40 \text{ cm}$ $LA_{25\%} = 10 \text{ cm}$	<p><i>Peso de hoja de pino por unidad de adobe</i></p> $= 0.102 \text{ kg}$
Peso de la tierra	




	
$LA25\% = \frac{75}{100} * LAT$ $LA25\% = \frac{75}{100} * 40 \text{ cm}$ $LA25\% = 30 \text{ cm}$	<p><i>Peso de tierra por unidad de adobe</i></p> $= 6.85 \text{ kg}$
Volumen del aditivo	
<ul style="list-style-type: none"> - Volumen unidad de adobe = $0.1 * 0.3 * 0.2 = 0.006 \text{ m}^3$ - Volumen total de tierra = $0.006 \text{ m}^3 * 102 = 0.612 \text{ m}^3$ - Volumen total del aditivo = $0.612 \text{ m}^3 * 0.35 \text{ lt/m}^3 = 0.214 \text{ lt}$. 	
Peso y volumen de cada material para la primera tanda	
<ul style="list-style-type: none"> • Peso de hoja de pino = $102 * 0.102 \text{ kg} = 10.404 \text{ kg}$ <ul style="list-style-type: none"> • Peso de tierra = $102 * 6.85 \text{ kg} = 698.7 \text{ kg}$ • Volumen de aditivo = $0.612 \text{ m}^3 * 0.35 \text{ lt/m}^3 = 0.214 \text{ lt}$. 	


Nota. LA25% = Longitud de adobera al 25%

LAT = Longitud de adobera total

Tabla 7

Determinación de volumen y pesos al 30%.

30%	
Peso de la hoja de Pino	
	
$LA_{30\%} = \frac{30}{100} * LAT$ $LA_{30\%} = \frac{30}{100} * 40 \text{ cm}$ $LA_{30\%} = 12 \text{ cm}$	<p><i>Peso de hoja de pino por unidad de adobe</i></p> $= 0.122 \text{ kg}$
Peso de la tierra	
	
$LA_{30\%} = \frac{70}{100} * LAT$ $LA_{30\%} = \frac{70}{100} * 40 \text{ cm}$ $LA_{30\%} = 28 \text{ cm}$	<p><i>Peso de tierra por unidad de adobe</i></p> $= 6.39 \text{ kg}$



Volumen del aditivo
<ul style="list-style-type: none"> - Volumen unidad de adobe = $0.1 * 0.28 * 0.2 = 0.0056 \text{ m}^3$ - Volumen total de tierra = $0.0056 \text{ m}^3 * 102 = 0.571 \text{ m}^3$ - Volumen total del aditivo = $0.571 \text{ m}^3 * 0.35 \text{ lt/m}^3 = 0.199 \text{ lt.}$

Peso y volumen de cada material para la segunda tanda
<ul style="list-style-type: none"> • Peso de hoja de pino = $102 * 0.122 \text{ kg} = 12.44 \text{ kg}$ • Peso de tierra = $102 * 6.39 \text{ kg} = 651.78 \text{ kg}$ • Volumen de aditivo = $0.571 \text{ m}^3 * 0.35 \text{ lt/m}^3 = 0.199 \text{ lt.}$




Nota. LA30% = Longitud de adobera al 30%

LAT = Longitud de adobera total

Tabla 8

Determinación de volumen y pesos al 35%

35%	
Peso de la hoja de pino	
	

$LA35\% = \frac{35}{100} * LAT$ $LA35\% = \frac{35}{100} * 40 \text{ cm}$ $LA35\% = 14 \text{ cm}$	<p><i>Peso de hoja de pino por unidad de adobe</i></p> $= 0.143 \text{ kg}$
Peso de la tierra	
	
$LA35\% = \frac{65}{100} * LAT$ $LA35\% = \frac{65}{100} * 40 \text{ cm}$ $LA35\% = 26 \text{ cm}$	<p><i>Peso de tierra por unidad de adobe</i></p> $= 5.94 \text{ kg}$
Volumen del aditivo	
<ul style="list-style-type: none"> - Volumen unidad de adobe = $0.1 * 0.26 * 0.2 = 0.0052 \text{ m}^3$ - Volumen total de tierra = $0.0052 \text{ m}^3 * 102 = 0.530 \text{ m}^3$ - Volumen total del aditivo = $0.530 \text{ m}^3 * 0.35 \text{ lt/m}^3 = 0.186 \text{ lt.}$ 	
Peso y volumen de cada material para la tercera tanda	

- Peso de hoja de pino = $102 * 0.143 \text{ kg} = 14.59 \text{ kg}$
- Peso de tierra = $102 * 5.94 \text{ kg} = 605.88 \text{ kg}$
- Volumen de aditivo = $0.530 \text{ m}^3 * 0.35 \text{ lt/m}^3 = 0.186 \text{ lt.}$

Nota. LA35% = Longitud de adobera al 35%

LAT = Longitud de adobera total

Teniendo en cuenta todos estos elementos, recién se podrá elaborar la mezcla pertinente de los adobes a evaluar, para ello también, se deberá seguir la normativa peruana de albañilería, el cual ya tiene estipulado el procedimiento de elaboración y las características que el adobe debe de adquirir, siendo este un punto importante a considerar, pues esta normativa hace que se asegure tanto el bienestar de la vivienda a construir como el de la seguridad de los dueños de esta, posterior a ello, se realizarán las evaluaciones respectivas en base a los ensayos que se ejecutarán para las características o propiedades físico mecánicas, a fin de determinar el mejor adobe que resultará de dichos ensayos realizados.

Ensayos de Materiales

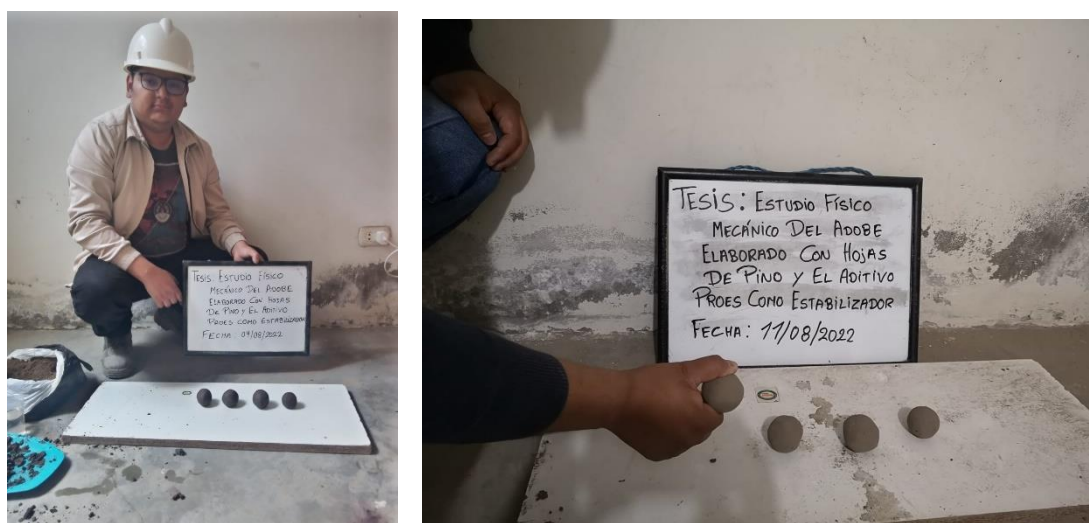
Ensayos In Situ

Prueba “Cinta de barro”

Prueba que permitió realizar una evaluación del suelo, a fin de identificar la existencia de arcilla en un periodo de tiempo de 10 minutos, para ello, se hizo uso de la tierra natural que se utilizó para la realización de los adobes, se procedió a elaborar el cilindro, el cual presentaba como dimensiones 4mm de espesor para seguidamente dejarla descolgar de la mano lo más que se pudo, al realizarse la medición se obtuvo una lectura de 17 cm, medida que indicó que no tenía ni poca ni mucha arcilla, es decir, lo ideal.

Figura 1*Prueba "Cinta de barro"***Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca"**

Para este ensayo, se utilizó tierra de la zona considerada como localización de la elaboración de los adobes, con la cual se realizaron cuatro bolitas, para ello, se tuvo que agregar una mínima cantidad de agua, la cual fue necesaria solo para formar dichas bolitas en las palmas de la mano. Después de 48h de haberlas dejado secar asegurándose que no se hayan humedecido por lluvias o derrames de agua, se pasó a realizar el presionado de cada una de las bolitas, haciendo uso de los dedos de la mano, específicamente del pulgar y el índice, evento el cual, demostró que el suelo sirve, pues las bolitas no se rompieron con dicho accionar.

Figura 2*Prueba "Presencia de arcilla"*

Ensayo de contenido de humedad y granulométrico

En la realización de este ensayo, se hizo uso de la tierra perteneciente al CP Posope Bajo, Patapo – Chiclayo, es decir, en el lugar en donde se elaboraron los adobes del estudio, para lo cual, se tuvo que considerar realizar el ensayo de contenido de humedad, análisis granulométrico, límite líquido y límite plástico, estos ensayos han sido realizados basándose en las siguientes normas técnicas: NTP 339.127, NTP 339.128 y NTP 339.129, respectivamente.

Figura 3

Ensayo granulométrico



Caracterización de las hojas de pino

Las hojas de pino que se han considerado en el estudio presentan particularidades dimensionales que influyen considerablemente en la elaboración del adobe, dichas dimensiones son el espesor y longitud, cuyas medidas consideradas a criterio del investigador fueron de 1mm y 5cm respectivamente.

Figura 4

Medida de la fibra de pino según la norma



Caracterización del Aditivo PROES

Como su propio nombre lo indica, es un estabilizador de suelos, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo haciendo que posea particularidades impermeables y resistentes, para lo cual, se deben de garantizar ciertas condiciones de homogeneidad y composición, considerando una dosis de 0.30 a 0.35 lt/m³ de suelo estabilizado, procedimiento que finaliza con revolver y extender el suelo, para después usarlo de acuerdo a las necesidades requeridas. Para este estudio se hizo uso 0.35 lt/m³ de suelo utilizado en la elaboración de adobes. Para mayor detalle ver Anexo 2.

Ensayo “Resistencia a la compresión”

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma E. 080, la cual precisa el cumplimiento obligatorio que deben de tener las muestras considerando ser un promedio de 4 de un total de 6 especímenes, en el que deberán de ser mayores o iguales a la resistencia última estipulada por la norma, ya que para el estudio se contó a tres especímenes diferentes, los cuales se ensayaron a los 28 días de secado. Durante la ejecución del ensayo, se aplicó una carga perpendicular directamente con el área de contacto de cada unidad de especímenes, para posteriormente registrar la carga máxima aplicada, culminando con el procedimiento de los datos haciendo uso de una ecuación que determine el f'_b del espécimen.

Figura 5
Ensayo "Resistencia de compresión"



Ensayo "Compresión diagonal o tracción indirecta"

Este ensayo se realizó de acuerdo con la norma E. 080, la cual precisa el cumplimiento obligatorio que deben de tener las muestras considerando ser un promedio de 4 de un total de 6 especímenes, los cuales deberán ser comparados con los adobes convencionales, asimismo, para el estudio se contó con muros de dimensiones 0.65x0.65 m, con espesor de 0.20 m y juntas entre los bloques de adobe que tuvieron una variación entre 1.0 y 2.0 cm, los cuales se ensayaron a los 28 días de secado. Durante la ejecución del ensayo, se aplicó una carga perpendicular directamente con la arista del muro, para posteriormente registrar la carga máxima aplicada, culminando con el procedimiento de los datos haciendo uso de una ecuación que determine el V_m del espécimen.

Figura 6

Ensayo "Compresión diagonal o tracción indirecta"



Ensayo “Compresión de muretes”

La elaboración de este ensayo fue teniendo en cuenta la norma E. 080, estipulando la consideración de un promedio de 4 del total de 6 especímenes, siendo estas posteriormente compradas con los adobes tradicionales, por lo que, se deberá de contar con muretes cuyas dimensiones aproximadas de 0.20 (espesor), 0.40 (largo) y 0.65 (alto), considerando que, las juntas deban de tener una variación de 1.0 a 2.0 cm, los cuales serán ensayadas dentro de los 28 días de secado. Procedimiento en el que se aplicará una carga perpendicular directamente con la arista del murete, evento que hace posible el registro de una máxima carga aplicada, finalizando con el análisis de los datos mediante la ecuación determinada por el F_m del espécimen.

Figura 7

Ensayo “Compresión de muretes”



Ensayo de flexión

Este ensayo se ejecutó considerando la NTP 339.078, en el que se encuentra aplicada la carga de muestra de forma constante y continua hasta el punto de rotura, estipulando que se comparará el adobe convencional con el adobe adicionado con hojas de pino, con l finalidad de llegar a generar la ruptura muestral, para ello, se tuvo que considerar para las dimensiones de las muestras un 50x15x15, dichas muestras fueron evaluadas en 28 días teniendo un total de 6 unidades para la dosificación.

Figura 8*Ensayo "Flexión"***Ensayo de absorción**

Se ejecutó habiendo considerado la NTP 399.613, el cual estipula que cada espécimen sea secado por medio del horno durante un tiempo de 24h, bajo una temperatura de 110 ± 5 °C.

Posteriormente al enfriamiento a temperatura ambiente, se realizó el pesado correspondiente de cada una de los especímenes considerando la aproximación del 0.5 g, para luego, colocar a cada uno de los especímenes en una bolsa de manera individual, las cuales, han sido llenadas de agua a fin de ser sumergidas en un tanque, acción que prevé la pérdida de partículas de suelo, además de que el total del sustrato se mantenga en la bolsa, haciendo que no exista pérdida de material, siendo la sumersión al agua en un total de 24 h.

Pasadas las 24h, mediante el proceso de decantación, se pudo eliminar agua excedente superficial en cada uno de los especímenes saturados, a fin de pesar y registrar únicamente el agua que se encuentra en el cuerpo del adobe o espécimen.

Figura 9*Ensayo de absorción***Ensayo de succión**

Para realizar este ensayo los bloques de adobe se tuvieron que poner al horno durante 24h a una temperatura de 110°C , después de haber transcurrido el tiempo establecido se procedió a pesar los bloques de adobe ya secos, una vez pesados se procedió a colocar los especímenes en una bandeja con agua, habiendo ya establecido la cantidad de agua necesaria de acuerdo a norma, seguidamente, se dejó a los bloques de adobe absorber el agua durante 1 min para finalmente ser pesados.

Figura 10*Ensayo de succión*

Matriz de consistencia

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS
<p>¿Cómo influye la adición de la hoja de pino y la aplicación de la tecnología proes como estabilizador en las propiedades físico mecánica de bloques de adobe?</p>	<p>Objetivo general Evaluar cómo influyela hoja de pino y el aditivo proes como estabilizador en las propiedades físico mecánicas de los bloques de adobe.</p> <p>Objetivos específicos Determinar la clasificación y el tipo de suelo que seutilizará para la elaboración de los bloques de adobe con hojas de pinos</p>	<p>La aplicación de la hoja de pino y el aditivo proes mejora la evaluación de las propiedades físico mecánicas del bloque de adobe</p>	<p>Variable Independiente Hojas de pino Aditivo proes</p> <p>Variable Dependiente Estudio físico mecánico de bloques de adobe</p>	<p>Tipo y nivel de investigación Tipo experimental Nivel descriptivo</p> <p>Diseño de investigación Aplicada</p>	<p>Técnicas y herramientas Técnicas: Observación Análisis de datos Herramientas: Recipiente de agua Prensa automatizada electrónica Balanza digital Ensayos de absorción, compresión y flexión</p>

	<p>y el aditivo proes como estabilizador.</p> <p>Realizar una caracterización de las hojas de pino como aditivo natural, realizar una caracterización del aditivo proes como estabilizador. Examinar la resistencia a la compresión, flexión y compresión diagonal de los bloques de adobe elaborados con hojade pino en porcentajes de (25%, 30% y 35%)</p> <p>y el aditivo proes como estabilizador en una proporción de 0.35 lt/m³, frente a un bloque de adobe convencional.</p> <p>Evaluar la permeabilidad de los bloques de adobe elaborados con hoja de pino yel aditivo proes como estabilizador.</p>				
--	---	--	--	--	--

	<p>Analizar el costo-beneficio de un bloque de adobe elaborado con hojas de pino y el aditivo proes como estabilizador frente a un adobe convencional.</p>				
--	--	--	--	--	--

Consideraciones éticas

Se garantiza que los resultados que se obtendrán en el laboratorio serán legítimos y originales, sin que se hayan producido alteraciones durante el proceso para producir valores válidos de resistencia a la flexión, compresión, succión y absorción del adobe. Los estudios que sirvieron de base para este estudio, por otra parte, se discuten en la parte de antecedentes del Marco Teórico de esta investigación. Allí se describen en profundidad cada uno de ellos, incluyendo sus objetivos, resultados y conclusiones, así como la forma en que se añaden a mi estudio. Del mismo modo, para la parte de la bibliografía se considerará lo estipulado por la edición IEEE, el cual hace alusión para investigaciones de ingenierías, finalmente, se comprobará que lo que se redactará no presenta ser ajeno al estudio, pues la similitud que se obtendrá se encontrará dentro del rango permitido por la misma universidad Santo Toribio de Mogrovejo.

Resultados y discusión
Pruebas in Situ

Tabla 9

Prueba “Cinta de barro”

	Muestra
La cinta de barro alcanza una longitud de 5 cm	NO
La cinta de barro alcanza entre 10 – 20 cm	SI
La cinta de barro alcanza una longitud mayor a 20 cm	NO
RESULTADO: SUELO	APTO

En la tabla 9, se observa que el suelo es apto para la fabricación de adobes debido a que la cinta de barro alcanzó una longitud de 18 cm, el cual se encuentra dentro del rango de 10 a 20 cm estipulado por la norma.

Tabla 10

Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

	Muestra
Se rompe y/o agrieta al menos una muestra	NO
No se rompe ni agrieta una muestra	SI
RESULTADO: SUELO	APTO

En la tabla 10, se muestra en base a lo obtenido mediante la prueba de resistencia seca, determinando a la muestra como apta para la fabricación de adobe, debido a que es una de las pruebas que se caracteriza por ser indicador en el contenido de la arcilla en el suelo.

Ensayo de laboratorio

Tabla 11

Método de ensayo Contenido de humedad (NTP 339.12)

	Descripción de la muestra	1
1	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	1147 gr
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	1000.1 gr
3	PESO DE AGUA CONTENIDA: (1) – (2)	146.9 gr
4	PESO DE RECIPIENTE	82.4
5	PESO DE LA MUESTRA SECA: (2) –(4)	917.7 gr
CONTENIDO DE HUMEDAD: (3)/(5)*100		16.01%

En la tabla 11, se evidencia mediante lo obtenido como resultado que la muestra considerada en el estudio resultó ser apta según la prueba IN SITU, habiendo obtenido un 16.01% de humedad en el suelo.

Tabla 12

Método de Ensayos granulométrico NTP 339.128/

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso inicial de muestra seca	500 gr.
Peso de la muestra posterior al lavado	324.60 gr.
Merma por lavado	175.04 gr.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pul)	(mm)				
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0
Nº4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.0
Nº10	2.360	53.50	9.2	9.2	90.8
Nº20	1.180	36.60	6.3	15.5	84.5
N40	0.600	52.30	9.0	24.5	75.5
Nº50	0.300	58.60	10.1	34.6	65.4
Nº100	0.150	83.90	14.5	49.1	50.9
Nº200	0.075	39.70	6.8	55.9	44.1
< Nº 200	FONDO	175.40	30.2	86.1	13.9

Figura 8

Curva granulométrica

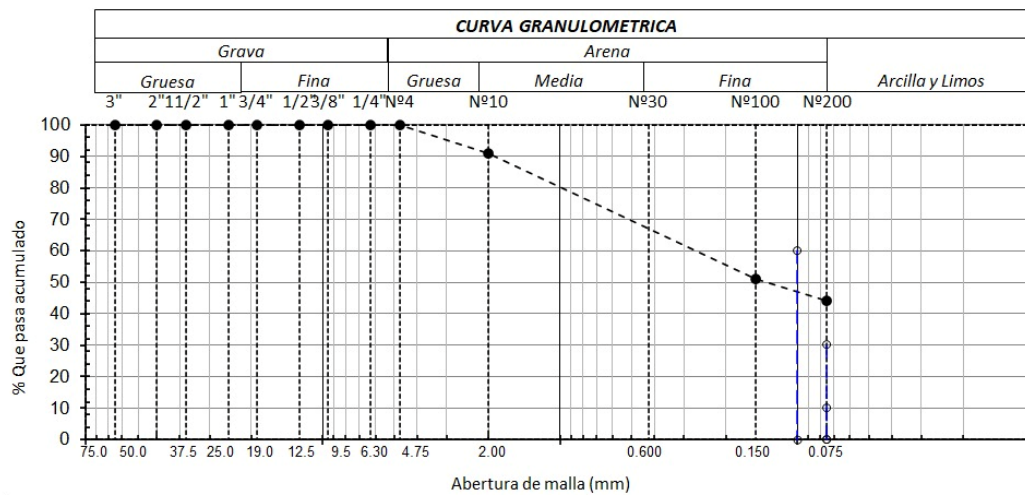


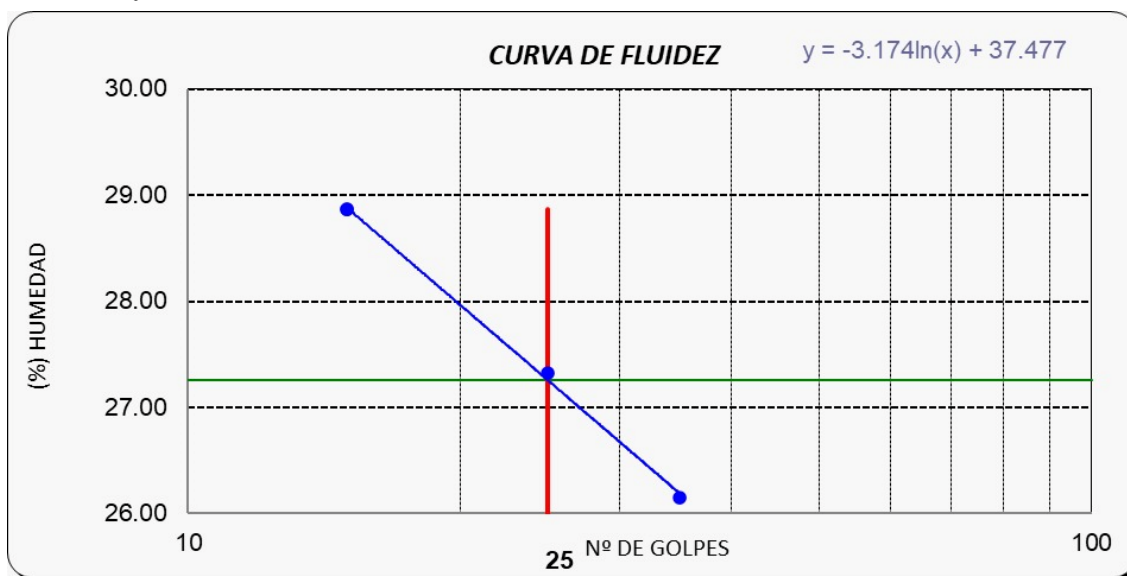
Tabla 13

Método de ensayo para determinar el límite líquido y límite plástica NTP 339.129

Datos de ensayo	Límite líquido			Límite plástico
	17	19	25	
N° de recipiente	17	19	25	4
N° de golpes	35	25	15	
Recipiente + suelo húmedo	41.07	44.17	42.11	10.92
Recipiente + suelo seco	37.1	40.14	37.8	10.63
Agua	3.97	4.03	4.31	10.63
Peso del recipiente	21.92	25.39	22.87	7.21
Peso del suelo seco	15.18	14.75	14.93	3.42
Porcentaje de humedad	26.15	27.32	28.87	8.48

Figura 9

Curva de fluidez



En la tabla 13 y figura 11, se denota el resultado obtenido respecto al % de humedad presentada por 25 golpes, siendo de un 28.87%.

Tabla 14*Consistencia física de los adobes*

Límite Líquido	27.26
Límite Plástico	8.48
Índice de Plasticidad	18.78

En la tabla 14, se evidencia la consistencia física de la muestra considerando las características físicas del suelo, comenzando con la líquida, la cual ha obtenido un 27.26%, mientras que la plástica fue de un 8.48%, en cuanto al índice de plasticidad, se obtuvo un 18.78%, resultados relevantes en la consideración de aceptación del suelo estudiado.

Tabla 15*Hojas de Pino*

Longitud	Natural	10 – 15 cm
	Basado en la norma	5 cm
Espesor		1 mm
Especie		<i>Pinus radiata</i>

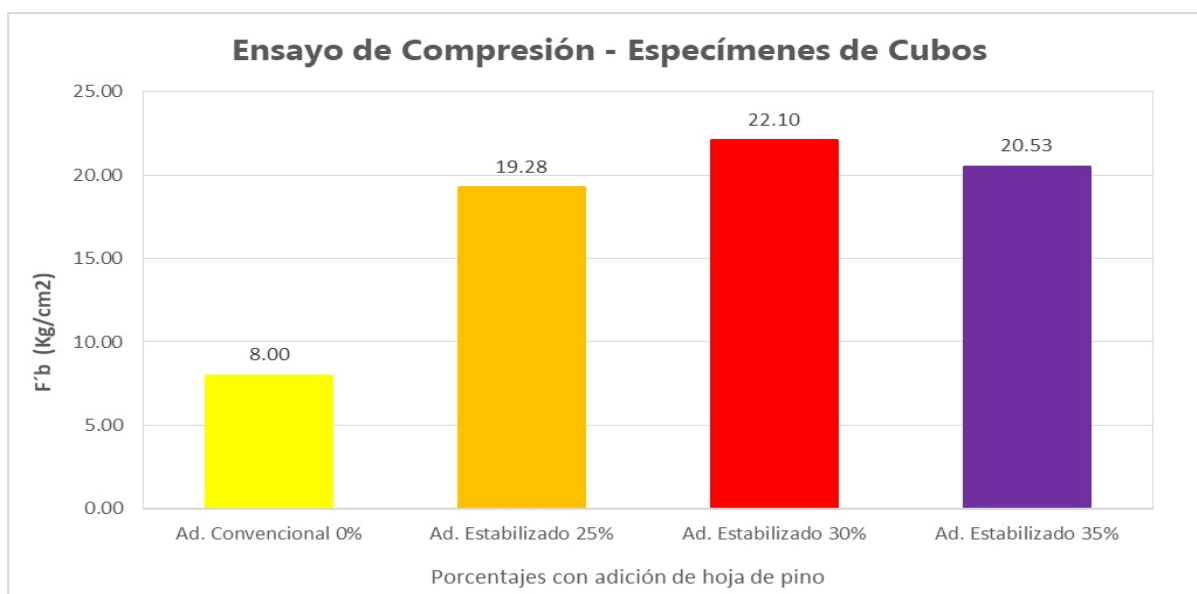
Tabla 16*Aditivo Proes*

División de riesgo	Clase 8 – Líquido corrosivo
Código UN	UN 3256
Estado físico	Líquido de color oscuro y apariencia oleosa
Peso específico	1.15
pH	1 a 1.5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución

Estabilidad	Producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C
Fecha de caducación	No tiene

Gráfico 1

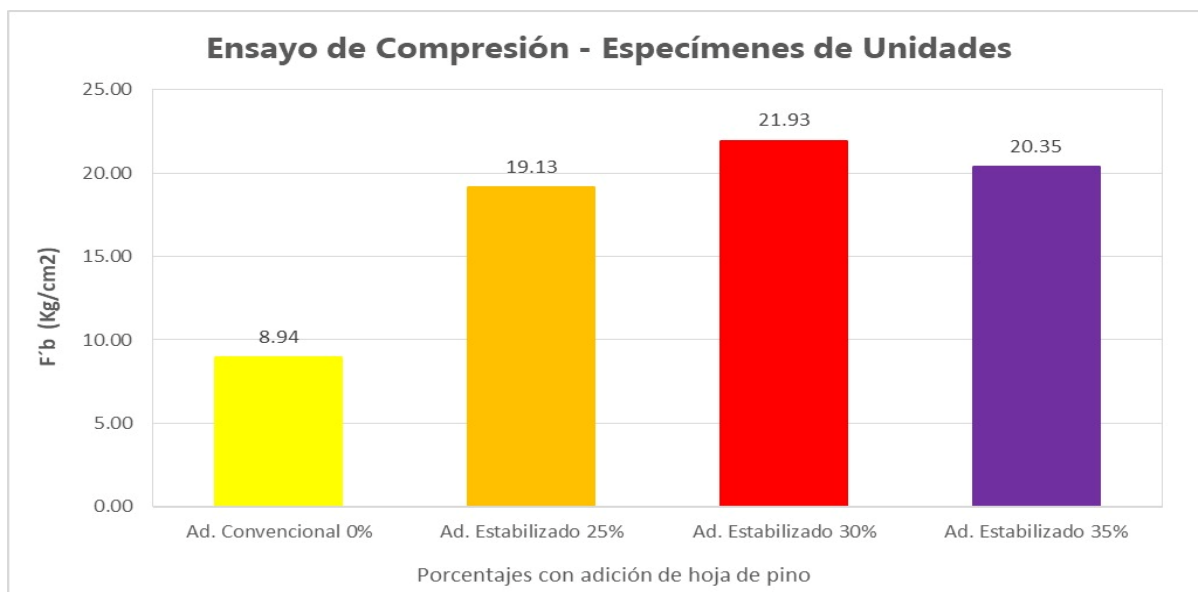
Resistencia a la compresión de unidades de adobe (Cubos) – NTP 339.613



De acuerdo a lo que nos manda la norma, se ensayaron 6 especímenes por cada dosificación, de las cuales se tomaron las 4 mejores para sacar un promedio, dándonos como resultado que la que tiene mayor resistencia fue la del 30% (22.10Kg/cm²), siguiéndole el del 35% (20.53 Kg/cm²), después de ello, se tiene al del 25% (19.28 Kg/cm²), finalmente, se tiene al adobe convencional (8.00 Kg/cm²).

Gráfico 2

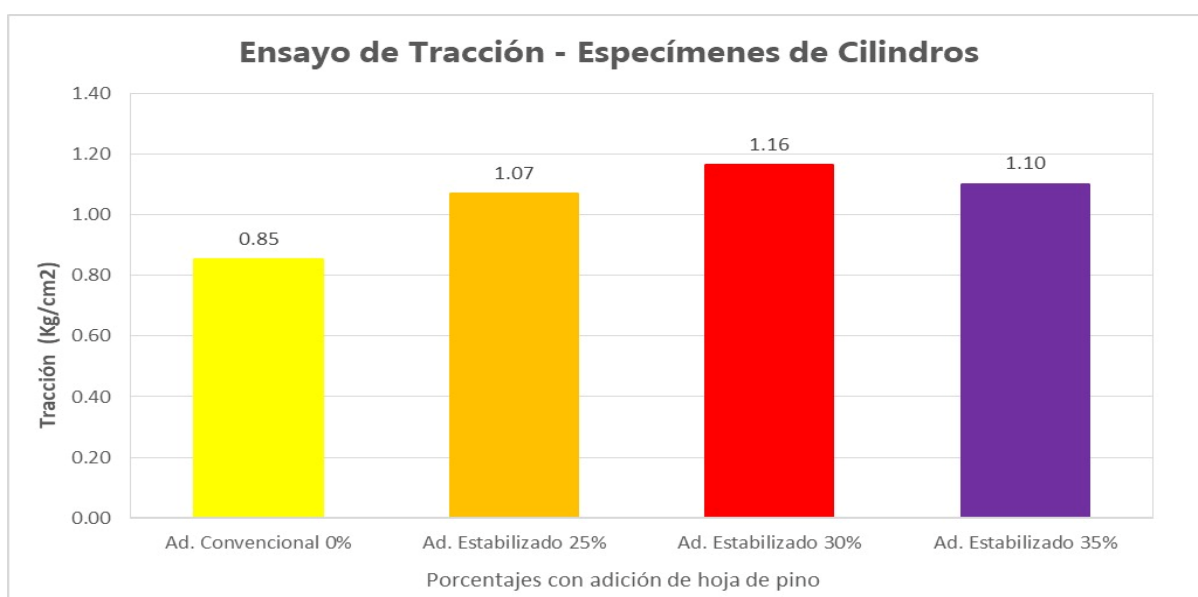
Resistencia a la compresión de unidades de adobe – NTP 339.613



A lo mostrado en el gráfico, se ha optado en considerar una evaluación propia, en el que se ha considerado un total de 6 especímenes, de los cuales 4 resultaron ser mejores, indicadores que permitieron obtener para el 30% un 21.93 Kg/cm², seguidamente, para el 35% Kg/cm², del mismo modo, para el 25% fue de 19.13 Kg/cm², y finalmente, para el convencional se obtuvo un 8.94 Kg/cm².

Gráfico 3

Ensayo de resistencia a la tracción por compresión (Cilindros) – NTP 399.615



En la figura anterior se muestra haciendo uso de 6 especímenes como lo estipula la norma, en la que por medio de la dosificación se consideraron solo los 4 mejores para sacar el promedio, obteniendo así que, para el 30% se ha obtenido un 1.16 Kg/cm², seguidamente, se encuentra el 35% con un 1.10 Kg/cm², posterior a ello, se ha obtenido para el 25% un 1.07 Kg/cm², y finalmente, para el convencional se obtuvo un 0.85 Kg/cm².

Gráfico 4

Compresión admisible de muretes – NTP 339.605

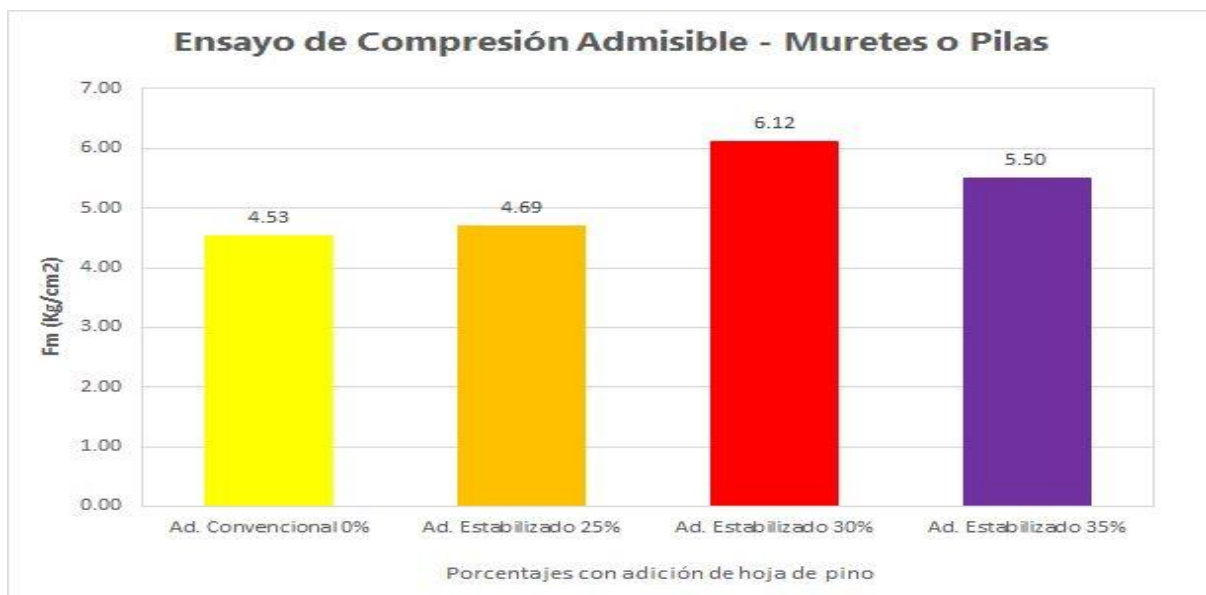
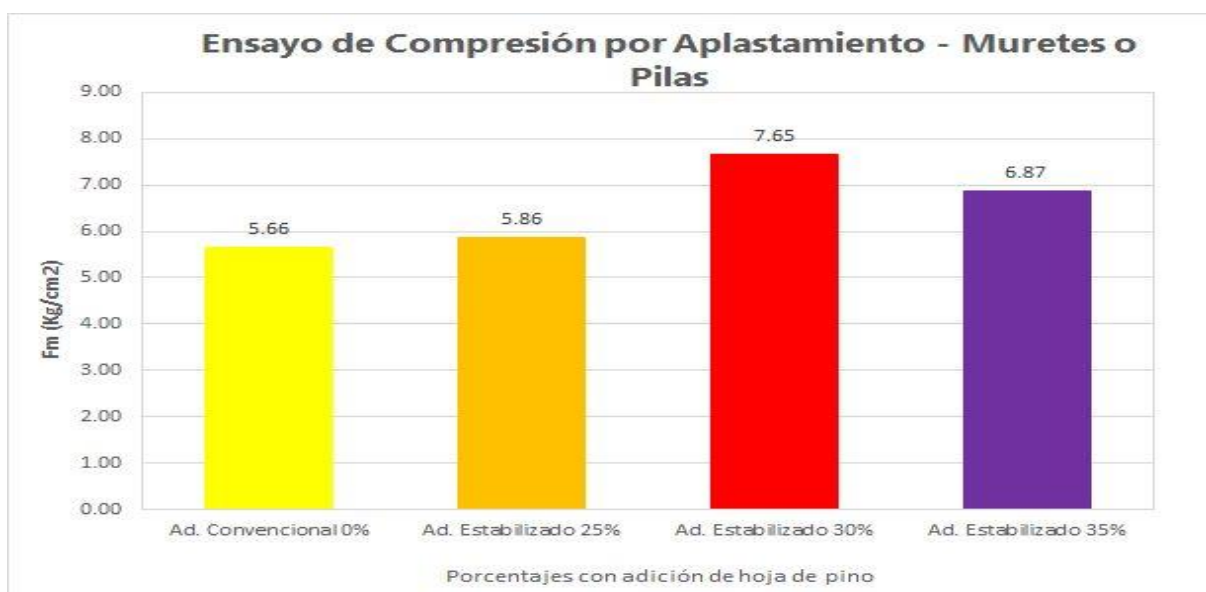


Gráfico 5

Compresión por aplastamiento de muretes – NTP 339.605

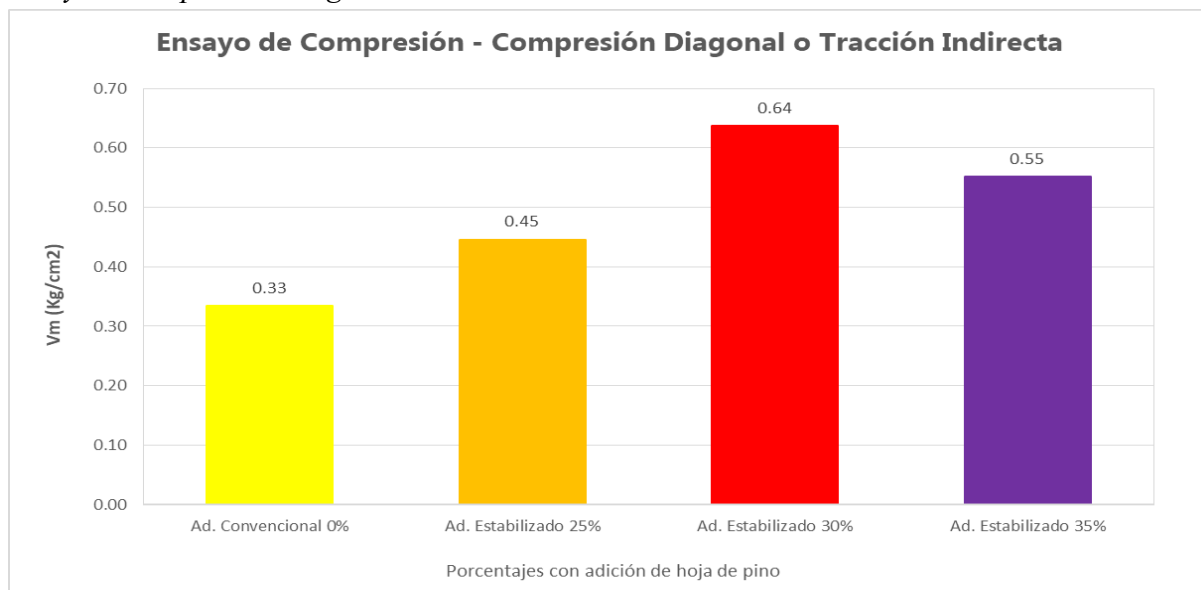


El gráfico muestra que, mediante la evaluación propia, se ha considerado un máximo de 6 especímenes, obteniendo un total de 4 de ellos como los mejores, lo cual ayudó a obtener para el 30% un $F_m = 6.12 \text{ kg/cm}^2$, seguidamente, para el 35% un $F_m = 5.50 \text{ Kg/cm}^2$, en cuanto al 25% un $F_m = 4.69 \text{ Kg/cm}^2$, y finalmente, para los tradicionales, se ha obtenido un $F_m = 4.53 \text{ Kg/cm}^2$.

Asimismo, en compresión por aplastamiento se obtuvo para el espécimen del 30% un 7.65 Kg/cm^2 , seguidamente, para el espécimen del 35% se obtuvo una compresión de 6.87 Kg/cm^2 , en cambio, para el espécimen del 25% fue de 5.86 Kg/cm^2 , finalmente, para la muestra convencional se tuvo un 5.66 Kg/cm^2 .

Gráfico 6

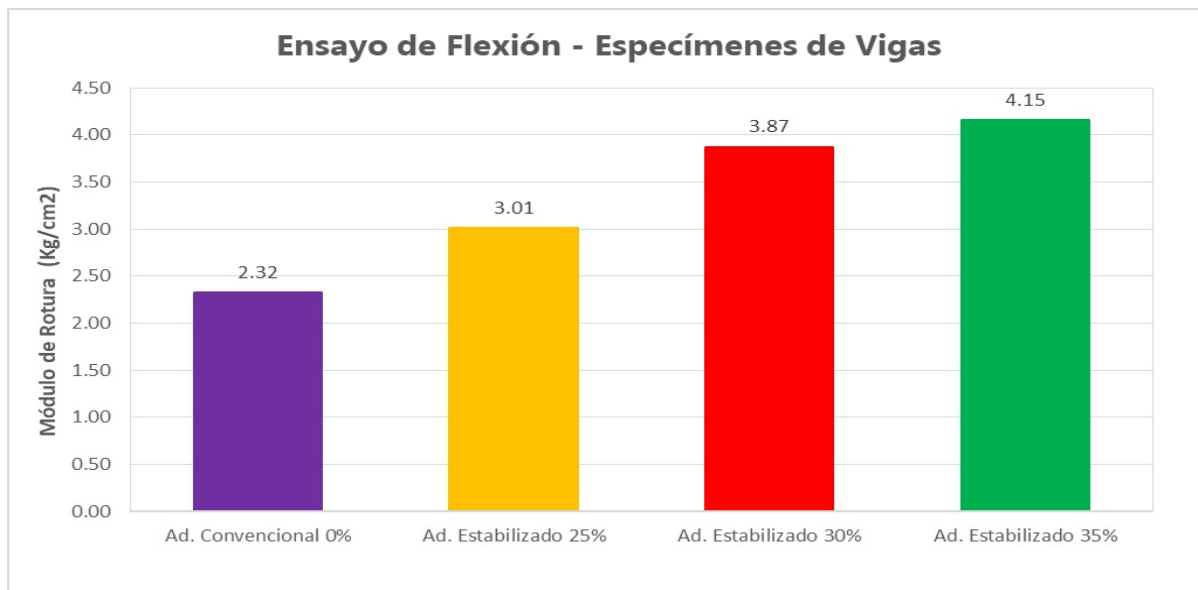
Ensayo “Compresión diagonal” o “Tracción Indirecta” – NTP 339.621



El en gráfico anterior, se denota mediante un análisis propio, la toma de 6 especímenes, de los cuales se promediaron 4, los resultados obtenidos para el 30% un $V_m = 0.64 \text{ Kg/cm}^2$, seguidamente, para el 35% un $V_m = 0.55 \text{ Kg/cm}^2$, en cuanto al 25% un $V_m = 0.45 \text{ Kg/cm}^2$, y finalmente, para los convencionales se tuvo un $V_m = 0.33 \text{ Kg/cm}^2$.

Gráfico 7

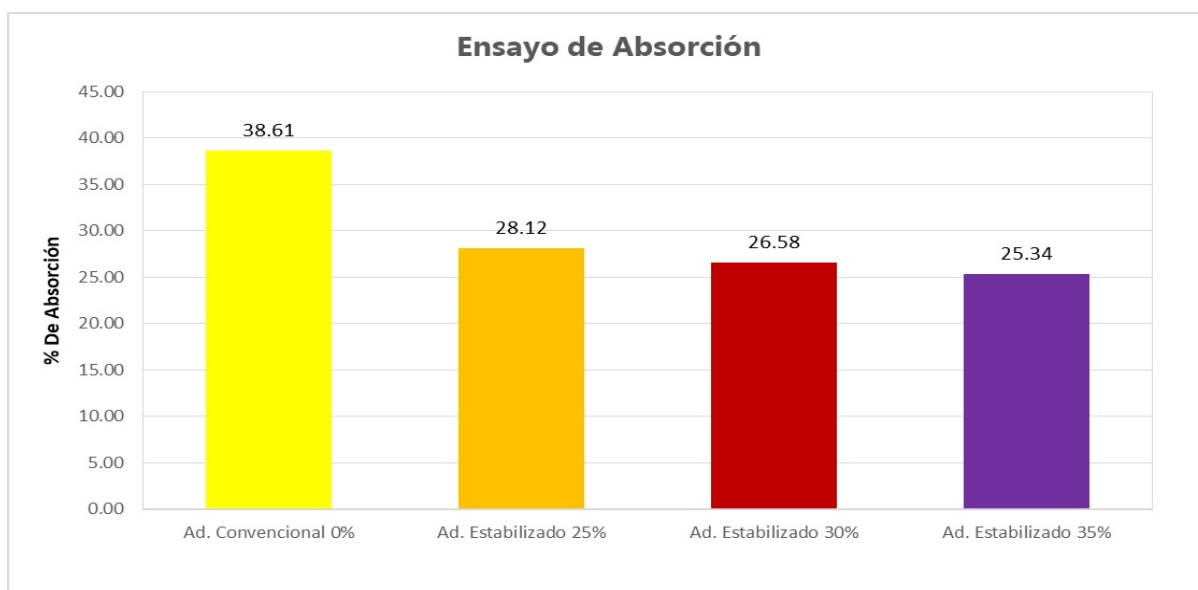
Ensayo de flexión – NTP 339.078



Del gráfico anterior se observa que, a través de un análisis propio de 6 especímenes, se promediaron los 4 mejores resultados del módulo de rotura. Para el 35%, se obtuvo un valor de $M_r = 4.15 \text{ Kg/cm}^2$; para el 30%, un valor de $M_r = 3.87 \text{ Kg/cm}^2$; para el 25%, un valor de $M_r = 3.01 \text{ Kg/cm}^2$; y finalmente, para los especímenes convencionales, se obtuvo un valor de $M_r = 2.32 \text{ Kg/cm}^2$.

Gráfico 8

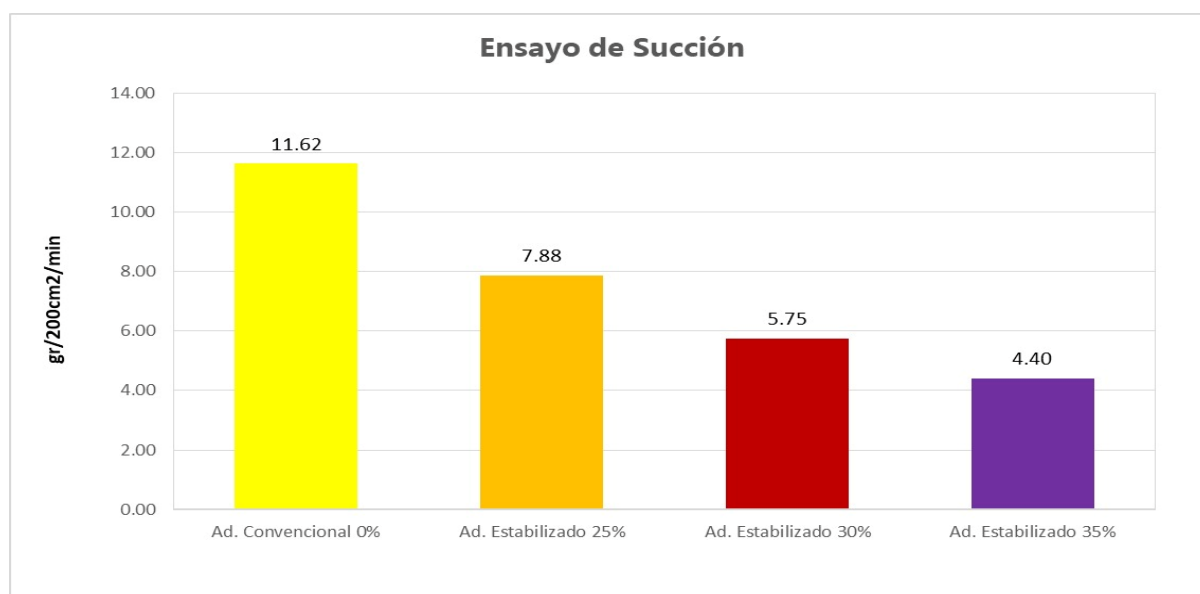
Ensayo de absorción – NTP 399.613- ver Excel del ensayo



Del gráfico, se rescata mediante un análisis, en la toma de 6 especímenes, que para el adobe convencional se obtuvo un 36.61%, seguidamente, para el 25% un 28.12%, por consiguiente, para el 30% un 26.58%, y finalmente, para el 35% un 25.34%.

Gráfico 9

Ensayo de succión – NTP 399.613



En el gráfico anterior, se denota mediante un análisis propio, considerando la toma de 6 especímenes, la obtención para el convencional un 11.62 g/200cm²/min, seguidamente, se presenta para el 25% un 7.88 g/200cm²/min, continuando con el 30%, el cual ha obtenido un 5.75 g/200cm²/min, finalizando con el 35%, el cual tuvo como resultado un 4.40 g/200cm²/min.

Respecto al costo beneficio se ha considerado los siguientes costos unitarios:

Tabla 17

Adobes convencionales.

Rendimiento:	200	und/día				
					Costo Unitario por unidad	0.541
Descripción	Und	Cuadrila	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.350
Peón	hh	1	0.040	8.75	0.35	
MATERIALES						0.180
Suelo	m3		0.0100	15.00	0.150	
Agua	m3		0.0030	8.00	0.024	
Pajilla de Arroz	kg		0.0200	0.30	0.006	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						0.011
Desgaste de herramientas	%MO		0.030	0.35	0.011	

Precio por millar de adobes convencionales = S/. 540.50

Tabla 18

Adobe con adición al 25% de hoja de pino

Rendimiento:	195	und/día				
					Costo Unitario por unidad	0.584
Descripción	Und	Cuadrila	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.359
Peón	hh	1	0.041	8.75	0.36	
MATERIALES						0.215
Suelo	m3		0.0075	15.00	0.113	
Aditivo	lts		0.0026	25.90	0.068	
Hoja de pino	kg		0.1020	0.10	0.010	
Agua	m3		0.0030	8.00	0.024	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						0.011
Desgaste de herramientas	%MO		0.030	0.36	0.011	

Precio por millar de adobes con adición del 25% de hojas de pino y aditivo proes = S/. 584.43

Tabla 19*Adobe con adición al 30% de hoja de pino*

Rendimiento:	195	und/día				
					Costo Unitario por unidad	0.574
Descripción	Und	Cuadrila	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.359
Peón	hh	1	0.041	8.75	0.36	
MATERIALES						0.205
Suelo	m3		0.0070	15.00	0.105	
Aditivo	lts		0.0025	25.90	0.063	
Hoja de pino	kg		0.1224	0.10	0.012	
Agua	m3		0.0030	8.00	0.024	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						0.011
Desgaste de herramientas	%MO		0.030	0.36	0.011	

Precio por millar de adobes con adición del 30% de hojas de pino y aditivo proes = S/. 574.44

Tabla 20*Adobe con adición al 35% de hoja de pino*

Rendimiento:	195	und/día				
					Costo Unitario por unidad	0.564
Descripción	Und	Cuadrila	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.359
Peón	hh	1	0.041	8.75	0.36	
MATERIALES						0.195
Suelo	m3		0.0065	15.00	0.098	
Aditivo	lts		0.0023	25.90	0.059	
Hoja de pino	kg		0.1428	0.10	0.014	
Agua	m3		0.0030	8.00	0.024	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						0.011
Desgaste de herramientas	%MO		0.030	0.36	0.011	

Precio por millar de adobes con adición del 30% de hojas de pino y aditivo proes = S/. 564.45

Discusión

Los resultados de los experimentos, ensayos y análisis, así como la evaluación global, respaldan la premisa de este estudio, que plantea la hipótesis de que la incorporación de la hoja de pino y el aditivo proes mejora la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del bloque de adobe. Según [22], el porcentaje con niveles altos de eficacia es el del 30% de adición de la hoja de pino en conjunto del aditivo proes. Una vez ya sabiendo los porcentajes óptimos se procedió a sacar los pesos por volumen, es decir, se procedió a sacar de cada porcentaje de la longitud de la adobera, una vez obtenida la longitud, se procedió a rellenar con hoja de pino, después, toda esa hoja de pino se pesó, dicho valor indica el, pero por volumen.

A continuación, se detallan los argumentos encontrados tanto en el presente estudio como en el de los autores considerados en el marco teórico.

Empezando con la selección de especímenes cuyas dimensiones hayan sido de 20x40x10 cm de longitud, sin embargo, para la realización de los ensayos de compresión en cubos, las dimensiones consideradas fueron de 10x10x10 cm, en cambio, para el ensayo de tracción enfocado en los cilindros, se tuvo consideraron dimensiones de 12.24x30.48 cm, asimismo, en el ensayo de flexión se ha considerado especímenes cuyas dimensiones hayan sido de 15x15x50 cm.

Posteriormente a ello, se determinaron los volúmenes correspondientes para cada uno de los porcentajes considerados para el estudio, siendo para el 25% el peso de la hoja de pino fue de 10.404 kg, mientras que el peso de la tierra fue de 698.7 kg, cuyos indicadores que hicieron que se obtenga el volumen de aditivo en un 0.214 lt. Seguidamente, para el 30% el peso de la hoja de pino fue de 12.44 kg, mientras que el peso de la tierra fue de 651.78 kg, cuyos indicadores que hicieron que se obtenga el volumen de aditivo en un 0.199 lt, finalmente, para el 35% el peso de la hoja de pino fue de 14.59 kg, mientras que el peso de la tierra fue de 605.88 kg, cuyos indicadores que hicieron que se obtenga el volumen de aditivo en un 0.186 lt

Por ende, para la **selección de suelo** se elaboró la prueba de cinta de barro, en el que la magnitud considerada fue de unos 10 a 20 cm, siendo lo establecido para los especímenes de 18 cm, seguidamente, se consideró la elaboración de la presencia de arcilla o resistencia seca, determinando que la muestra no se rompe ni agrieta, siendo este un material apto para la elaboración del adobe; en cuanto al ensayo de humedad según la norma NTP 339.12 se obtuvo

un total del 16.01% de humedad en la muestra, seguidamente, en el análisis granulométrico, se pudo conseguir un peso inicial de la muestra seca de unos 500 gr, en cuanto al peso de la muestra posterior al lavado se tuvo un 324.60 gr, generando una merma por lavado de un 175.04 gr. La elección de hacer uso de las hojas de pino es más que todo para ayudar a reducir el medio ambiente en la zona considerada como caso de estudio, además, gracias a dicho incidente de encontrar las hojas de pino en el suelo, se pudo notar la particularidad de protección que se le da al suelo, es de ahí que nace el interés de realizar el estudio presente.

En la investigación de Sandoval [61] ha realizado su estudio para la selección de suelo, en el que ha evidenciado mediante las pruebas de botella, cinta de barro y resistencia seca que, la ubicación de Túcume se comportó mejor que los otros dos. Por lo tanto, se puede concluir que la muestra tiene una cantidad suficiente de arcilla para fabricar ladrillos de adobe. Los resultados de estos ensayos fueron decisivos para decidir dónde ubicar la producción, ya que están especificados en el Reglamento Nacional de Edificación: E.080. Además, la calidad del suelo del barrio de Túcume mejoró tras compararlo con otros dos lugares. Por lo tanto, se eligió la ubicación en el distrito que se muestra en la Figura 27 con el fin de recoger muestras y realizar pruebas de laboratorio para caracterizar la zona.

Por otro lado, Medina [6] determinó que la cantera "Cruz Blanca" es el mejor lugar para la extracción de materiales utilizados en la producción de ladrillos de adobe compactados utilizando el análisis granulométrico y los Límites de Atterberg. Una vez determinada la cantera de uso, el suelo se clasificó utilizando la clasificación de suelos SUCS; al tener menos del 50% de paso por la malla n.º 200, se clasifica como suelo grueso, mientras que al tener más del 50% de paso por la malla n.º 4, se clasifica como arena. A continuación, se clasificó la arena utilizando la tabla de plasticidad y los límites de Atterberg. Se analizó y resultó ser una arena arcillosa con poca plasticidad

Seguidamente, se procedió a realizar diferentes estudios referidos a la **compresión**, en primera instancia, para el estudio se ha obtenido dos resultados basados en Unidades de cubos teniendo como base a la norma E. 080, en el que se demostró que, después de 28 días de secado mediante aplicación de la carga perpendicular directamente con el área de contacto de cada unidad de especímenes, para posteriormente registrar la carga máxima aplicada a la adición del 30%, la cual ha conseguido la mayor resistencia, siendo esto representado por haber obtenido un 22.10 kg/cm². Resultado que está regido bajo la norma NTP 339.613.

Ahora, para especímenes de unidades, la adición que ha obtenido un mayor nivel de resistencia fue la perteneciente a la adición del 30%, siendo este representado por el 21.93 kg/cm². Siendo este resultado conseguido aplicando la norma NTP 339.613.

Por otro lado, según Sandoval [61], ha determinado que, a partir de una concentración del 3%, todas las muestras cumplen la norma, mostrando un aumento lineal entre las cinco concentraciones probadas; sin embargo, a partir de una concentración del 10%, la muestra del 12% disminuye en comparación con las demás concentraciones y dosis probadas. Cualquier aumento de la resistencia por encima del 10% es probable que reduzca la resistencia a la compresión del adobe, por lo que ese punto óptimo es donde se desea permanecer. Se seleccionó la concentración del 10% por su excepcional rendimiento en resistencia a la compresión.

En cambio, los autores López y Taque [5] sus resultados mostraron que la adición de un 2% de fibra de coco al adobe aumentaba su capacidad de resistencia a 13,6 kg/cm², lo que indicaba un aumento de la resistencia del 26%, y que la adición de un 3% de fibra de coco al adobe aumentaba su capacidad de resistencia a 15,0 kg/cm², lo que representaba un aumento de la resistencia del 32% con respecto a la muestra de referencia. En conjunto, el adobe con un 4% de fibra de coco es un 22% más resistente que la muestra de control, aunque es más débil que el mínimo exigido por la norma E.080 (10,2 kg/cm²). La resistencia a la abrasión se eleva a 10,2 kg/cm² con el uso de fibras de coco al 2% y al 3%.

Resultados no tan similares ha obtenido el autor Campos [25] que determinaron que la resistencia a la compresión del adobe convencional (28,041 Kg/cm²) puede aumentarse añadiendo fibra de totora en cantidades variables. La adición de 1,5% de fibra de totora a la unidad de estudio aumenta la resistencia del material en un 57,85%; la adición de 3,0% de fibra de totora la aumenta en un 62,2%; la adición de 4,5% de fibra de totora la aumenta en un 98,1%.

Por consiguiente, el autor Medina [6] manifestó a manera de resumen que, según la muestra de adobes consideradas, se tuvo que el adobe con un agregado del 0.25% ha obtenido un esfuerzo del 37.79 Kg/cm², el adobe con agregado del 0.75% ha obtenido un esfuerzo del 37.49, para el adobe con aditivo al 0.50% se tuvo un esfuerzo del 35.04 Kg/cm², finalmente, para el adobe convencional, el esfuerzo fue del 30.05 Kg/cm².

A continuación, se realizó la prueba de **resistencia a la tracción por compresión** basada en la norma E. 080, el cual fue basado en la evaluación de especímenes denominados “cilindros”,

para lo cual, se tuvo que esperar 28 días para el secado en el que demostró para el estudio, mediante la aplicación de una carga perpendicular directamente con la arista del muro, para posteriormente registrar la carga máxima aplicada de resistencia, eventualidades que demostraron que el aditivo estabilizante del 30% ha obtenido mayor resistencia a la tracción por compresión, siendo los especímenes cilindros, los cuales pasaron por el filtro estipulado por la norma NTP 399.615, dicha resistencia obtenida fue de 1.16 Kg/cm^2 .

Sandoval [61] exploró la posibilidad de fabricar probetas de $15 \times 30 \text{ cm}$ para la prueba, por ser éste el tamaño recomendado por la norma; se hicieron muestras tanto con adobe normal como con las 5 dosis sugeridas; se calculó una media con los cuatro mejores resultados. Las dosificaciones del 10% y el 12% produjeron los mejores resultados, aunque la muestra de adobe normal fue más valiosa que las adiciones de ceniza de carbón y cal. Esto se debe a que ambos componentes reducen la resistencia a la tracción del adobe.

López y Taque [5] obtuvo una resistencia mínima de $0,81 \text{ kg/cm}^2$, la media de las cuatro muestras mostró que el adobe estándar alcanzó el 20%, mientras que con la adición de un 2% de fibra de coco, aumentó al 24%, con la adición de un 3% de fibra de coco, aumentó al 27%, y con la adición de un 4% de fibra de coco, aumentó al 29%.

En cuanto al ensayo de **compresión de muretes o pilas** basada en la norma E. 080, en el que se procedió a esperar 28 días para el secado de los especímenes para posteriormente aplicar una carga perpendicular directamente con la arista del murete, evento que hace posible el registro de una máxima carga aplicada, según lo mencionado anteriormente, en el estudio, se ha obtenido una resistencia mayor de 6.12 kg/cm^2 , siendo el aditivo estabilizante el 30% quien lo ha conseguido durante el proceso de la elaboración de este ensayo, considerando lo mencionado por la norma NTP 399.605.

Además, al ejecutar el ensayo de **compresión diagonal o tracción indirecta** basada en la norma NTP 339.621, se ha obtenido que el aditivo estabilizante en el 30% ha tenido mejores resultados respecto a la compresión diagonal, cuyo indicador ha sido de $V_m = 0.64 \text{ Kg/cm}^2$. Para lo cual, se consideraron especímenes cuyas dimensiones hayan sido de $0.65 \times 0.65 \text{ m}$ con espesor de 0.20 m y juntas entre los bloques de adobe que tuvieron una variación entre 1.0 y 2.0 cm , los cuales se ensayaron a los 28 días de secado.

El investigador Sandoval [61] mediante la incorporación de los componentes sugeridos en su

estudio aumentó la resistencia de las unidades de adobe y de los pilotes de adobe, como demuestran los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en ambos tipos de estructuras de adobe. Se partió de la hipótesis de que el adobe al 10% adquiriría más resistencia a la compresión diagonal que el adobe normal, y este ensayo demostró que efectivamente era así.

Para el ensayo de **flexión** se obtuvo un $M_r=4,15 \text{ Kg/cm}^2$ para el 35% de las muestras, $M_r=3,87 \text{ Kg/cm}^2$ para el 30%, $M_r=3,01 \text{ Kg/cm}^2$ para el 25%, y $M_r=2,32 \text{ Kg/cm}^2$ para las muestras estándar.

A lo que López y Teque [23] ha determinado que la muestra estándar tiene una resistencia de $4,30 \text{ kg/cm}^2$, es decir, un 16%; que el adobe reforzado con un 2% de fibra de coco aumenta su resistencia hasta un 26%; que el adobe reforzado con un 3% de fibra de coco aumenta su resistencia hasta un 31%; que el adobe reforzado con un 4% de fibra de coco representa un 27%; y que el adobe reforzado con un 4% de fibra de coco tiende a tener una resistencia menor que cuando se refuerza con un 3% de fibra de coco.

En cambio, Sandoval [24] manifestó que para la muestra patrón un promedio de 1.62 Kg/cm^2 , seguidamente para la muestra de agregado al 5% se obtuvo un M_r promedio de 1.42 Kg/cm^2 , en cuanto al agregado del 12% se obtuvo un M_r promedio del 1.16 Kg/cm^2 , mientras que para la muestra con un agregado del 3% se obtuvo un M_r promedio de 1.01 Kg/cm^2 , sin embargo, el M_r promedio obtenido para el agrado del 8% fue de 0.95 Kg/cm^2 , finalmente, para la muestra de agregado al 10% su M_r promedio fue de 0.82 Kg/cm^2 .

Para Campos [62] obtenido a partir del adobe estándar, que tiene un resultado de $3,28 \text{ kg/cm}^2$ con un agregado del 0%; a continuación, $2,47 \text{ kg/cm}^2$, la media de los cuatro mejores resultados de las seis muestras ensayadas a partir de la norma E 080, lo que demuestra una disminución de la resistencia del 24,69% con respecto al adobe estándar ($3,28 \text{ kg/cm}^2$); por último, $1,79 \text{ kg/cm}^2$ con un agregado del 30%. A título comparativo, la adición del 4,5% del adobe estándar ($3,27 \text{ kg/cm}^2$) con un agregado del 1,5% dio como resultado $1,84 \text{ kg/cm}^2$, la media de los cuatro mejores resultados de las seis muestras ensayadas según la norma E 080, lo que demuestra una disminución de la resistencia del 43,90% con respecto al adobe estándar ($3,27 \text{ kg/cm}^2$).

En cuanto a Medina [6] obtuvo que todos los porcentajes de adición mejoran esta característica

en más del 20% previsto, y la absorción no pudo evaluarse porque las muestras se disolvieron tras 24 horas de inmersión.

En cambio, Márquez [63] demostró que la resistencia a la compresión, medida con respecto a la del adobe ordinario (3,27 Kg/cm²), disminuye al aumentar el porcentaje de virutas. En comparación con el adobe ordinario, se demuestra que la adición de 1,5% de virutas reduce su resistencia en un 24%, mientras que la adición de 3,0% y 4,5% produce una reducción constante y significativa del 43%.

A lo que concierne al ensayo de **absorción** regida en la NTP 399.613, se ha evidenciado que el aditivo convencional es el que ha tenido mayor nivel de absorción de 38.61%, en cambio, para el aditivo estabilizado al 30% presentó un 26.58%, esto se dio considerando el tiempo estimado en el horno de 24h bajo una temperatura de 110 ±5 °C, ya pasado el tiempo estipulado en el horno, se realizó la decantación, se pudo eliminar agua excedente superficial en cada uno de los especímenes saturados, a fin de pesar y registrar únicamente el agua que se encuentra en el cuerpo del adobe o espécimen.

Según el autor Campos [25] obtuvo que los porcentajes de absorción de los adobes revelaron una tendencia decreciente en comparación con los del adobe normal. El adobe con adición de un 4,5% de fibra de totora presenta el porcentaje de absorción más bajo.

Finalmente, con el ensayo de succión, se observó que el bloque de adobe convencional tiene una succión más alta, con 11.62 g/200cm²/min, en comparación con el aditivo estabilizado al 30%, que tiene 5.75 g/200cm²/min. Se siguió el procedimiento de la NTP 399.613, similar al de absorción, con un secado de 24 horas a 110°C y un pesaje tras un breve contacto del espécimen con agua durante 1 minuto

Del mismo modo, Sandoval [61] ha producido tanto resultados buenos como negativos, lo que significa aumento y disminución de peso. Estos resultados proporcionan más pruebas de que el 10% y el 12% tuvieron resultados y conductas superiores, con diferencias significativas entre sus valores y los de los demás porcentajes.

Seguidamente, López y Taque [5] obtuvo que a partir del adobe estándar y de los diferentes porcentajes añadidos se obtiene una saturación del 17,40%, mientras que en los adobes con fibra de coco en los porcentajes del 2%, 3%, 4% se alcanzó una saturación del 18,6, 20,8, y 22,4 sucesivamente.

Conclusiones

- Los resultados obtenidos demostraron de manera contundente que las adiciones del 25%, 30% y 35% aumentaron significativamente la resistencia de las unidades de adobe. En particular, al agregar un 30% de aditivo, se logró un valor de resistencia de 22.10 kg/cm^2 , lo cual representa un aumento notable de 14.10 kg/cm^2 en comparación con el adobe convencional. Asimismo, en el ensayo de compresión “Muretes de adobes”, se observó que el adobe estabilizado con un 30% obtuvo valores de 6.12 kg/cm^2 para el esfuerzo de compresión admisible y 7.65 kg/cm^2 para el esfuerzo admisible por aplastamiento, superando en 1.59 kg/cm^2 y 1.99 kg/cm^2 respectivamente al adobe convencional. Por otro lado, para el ensayo de “Compresión diagonal”, el adobe estabilizado con un 30% presentó un valor de 0.64 kg/cm^2 , lo cual representa un incremento de 0.31 kg/cm^2 en comparación con el adobe convencional, con esto se evidencia que los muretes sobrepasan el valor mínimo de la norma E.080 y pudiéndose apreciar en este último ensayo, que el murete diagonal de adobe con la fibra falla por el espacio que ocupa el mortero, llegándose a la conclusión que, al aumentar la resistencia de la unidad de adobe, la adherencia entre unidades por el mortero disminuye.
- En la resistencia a compresión, se determinó que el porcentaje de aditivo óptimo fue del 30%. Los resultados mostraron una resistencia a la compresión de 22.10 kg/cm^2 en (Especímenes de cubos), 21.93 kg/cm^2 en (Especímenes de unidades), 6.12 kg/cm^2 en (Pilas), 7.65 kg/cm^2 en compresión por aplastamiento de (Pilas), 0.25 kg/cm^2 en compresión diagonal (Muretes diagonales) y en lo que respecta al ensayo de flexión (Especímenes de vigas), la adición que arroja el mejor resultado es el del 35%, con un valor de 4.15 kg/cm^2 .
- Se pudo determinar que el suelo seleccionado para el estudio resultó ser altamente adecuado para llevar a cabo los ensayos correspondientes, los mismos que se ajustan a la norma E 0.80. En la prueba de cinta de barro, el suelo exhibió características ideales, ya que las esferas de tierra no se rompieron, lo que indica su idoneidad en términos de presencia de arcilla. Además, se registró un contenido de humedad del 16.01%, lo que confirma una humedad óptima para los propósitos de la investigación.
- Para realizar la caracterización de la hoja de pino *pinus*, primero se procedió a determinar el tipo de pino, el cual es el *pinus radiata*, una vez obtenido el tipo se procedió a medir las

longitudes y espesor de cada hoja de pino, las cuales arrojaron valores de 5 cm y 1 mm de espesor. Asimismo, para la caracterización del aditivo proes, se usó según lo estipulado en su hoja técnica (ver anexo 2)

- La evaluación económica revela que el incremento de costo de las tres dosificaciones respecto al adobe convencional es de 8.12%, 6.28% y 4.43%, respectivamente. Estos resultados demuestran una alternativa viable y rentable, ya que no solo se mejoran las propiedades físico-mecánicas de los bloques, sino que también se mantiene un adecuado equilibrio en los costos de producción.

Recomendaciones

- Se recomienda, tomando como base lo expresado en la primera conclusión... *“pudiéndose apreciar en este último ensayo que el murete de adobe con la fibra falla por el espacio que ocupa el mortero, llegándose a la conclusión que, al aumentar la resistencia de la unidad de adobe, la adherencia entre unidades por el mortero disminuye”* ... futuras investigaciones donde se estudie mejorar la adherencia entre estas unidades.
- Durante la preparación del barro para la mezcla, es crucial manejar con cuidado los componentes, como la hoja de pino y el aditivo proes. Es esencial asegurarse de que la mezcla sea homogénea y esté limpia, evitando cualquier adhesión de partículas indeseables.
- Al momento de moldear las unidades de adobe, es importante tener en cuenta la revisión minuciosa de las gubernas. Es necesario asegurarse que ninguna de sus caras internas contenga rugosidad o imperfecciones que puedan afectar negativamente el proceso de desmoldeo de la mezcla.
- Es crucial tener en cuenta que, antes de elaborar las unidades de adobe, se tiene que familiarizarse con las características del suelo, especialmente con la cantidad de arcilla y gruesos. Ya que, si hay un exceso de estos componentes, las unidades de adobe no lograrán obtener la resistencia adecuada necesaria.
- Con base a la evaluación económica realizada en esta investigación, se recomienda la implementación de dichas dosificaciones como una alternativa viable y rentable en la producción de las unidades de adobe. Debido a que, a pesar del incremento de costos moderado, se logra mejorar las propiedades físico-mecánicas.
- Se recomienda dar continuidad a las investigaciones del adobe para seguir explorando y mejorando sus propiedades y técnicas de construcción. Esto incluye investigaciones sobre nuevos materiales, métodos de estabilización, técnicas de aislamiento térmico y acústico, así como estudios sobre la resistencia estructural y durabilidad del adobe. Estas investigaciones contribuirán a impulsar el desarrollo y la innovación en el uso del adobe como una opción sostenible y viable en la construcción.

Referencias

- [1] R. Nuñez, “VARIAS VIVIENDAS AFECTADAS POR FUERTES LLUVIAS EN LA CIUDAD DE CHOTA,” *Noticias*, 2020. <http://www.radiochota.com/noticia/item/596-varias-viviendas-afectadas-por-fuertes-lluvias-en-la-ciudad-de-chota.html> (accessed Jun. 17, 2022).
- [2] V. Benites Zapata, “Adobe estabilizado con extracto de Cabuya (*Furcraea andina*),” Universidad de Piura, 2017. [Online]. Available: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf?sequence=1#:~:text=Las lluvias intensas que se,y culmina en su desintegración](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf?sequence=1#:~:text=Las+lluvias+intensas+que+se,+y+culmina+en+su+desintegraci3n.).
- [3] M. Á. Trujillo Barrera, J. Chavez Guivin, and E. A. Torres Armas, “Construcciones de adobe resistentes a exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones,” *Rev. Investig. Científica UNTRM Ciencias Nat. e Ing.*, vol. 1, no. 1, pp. 60–64, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v1i1.267>.
- [4] A. Doria Alvarez and J. Orozco Ospino, “Evaluación de propiedades físico-químicas y mecánicas del adobe elaborado con cal para su uso en la construcción sostenible,” *Rev. Colomb. Tecnol. Av.*, vol. 1, no. 35, pp. 89–94, 2020, doi: <https://doi.org/10.24054/16927257.v35.n35.2020.3922>.
- [5] A. López Córdova and T. E. Teque Curo, “Fibras de coco y su influencia en las propiedades físico - mecánicas del adobe, Chiclayo – 2021,” Universidad César Vallejo, 2021.
- [6] B. M. Medina Terrones, “Propiedades físico mecánicas del adobe compactado con la adición de agujas de pino en diferentes porcentajes,” Universidad Privada del Norte, 2019.
- [7] H. Rivera Salcedo, O. Valderrama Gutiérrez, Á. Daza Barrera, and G. Plazas Jaimes, “Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia),” *Rev. Arquít.*, vol. 23, no. 1, pp. 74–85, 2021, doi: <https://doi.org/10.14718/revarq.2021.2762>.
- [8] M. G. Díaz Torres, H. P. Perada Carrillo, and M. J. Alvarado Arias, “Usos del adobe en diferentes países de América Latina,” *Sostenibilidad, Tecnol. y Humanismo*, vol. 10, no. 2, pp. 73–81, 2019, doi: <https://doi.org/10.25213/2216-1872.22>.
- [9] H. Rivera Salcedo, O. Valderrama Gutiérrez, Á. Daza Barrera, and G. Plazas Jaimes, “Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia),” *Rev. Arquít.*, vol. 23, no. 1, pp. 74–85, 2021, doi:

- <https://doi.org/10.14718/revarq.2021.2762>.
- [10] P. Quiroz, J. Moreno Martínez, A. Galván, and R. Matus, “Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio.” 2019.
- [11] C. Altamirano, “Incidencia de la fibra vegetal” paja ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca.” 2019.
- [12] J. Lozano Quispe and A. Zurita Herrera, “Resistencia a la Compresión y Absorción del Adobe Estabilizado con Confitillo Jaén–Cajamarca.” 2019.
- [13] P. Vermiglio Pimentel, “Comparación de la resistencia a compresión uniaxial en unidades de adobe tradicional, adobe compactado y superadobe, Cajamarca 2017.” 2019.
- [14] INEI, “Cajamarca resultados definitivos.” 2018.
- [15] INEI, “Cajamarca resultados definitivos.” 2018. [Online]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1558/06TOMO_01.pdf
- [16] J. Herrera Hueso, C. Méndez Pérez, M. Gotor de Astorza, R. Belmonte Lozano, and A. Estrada Parra, *Estrategias educativas innovadoras en ámbitos de difícil desempeño*, 1ra Edició. Sevilla, 2018. [Online]. Available: https://books.google.es/books?id=r31xDwAAQBAJ&dq=adobe+higrófilo+definición&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- [17] F. Giler Zambrano and R. Robles Cedeño, “Uso de toba volcánica como solución de suelos expansivos,” *Cienc. y Educ. Rev. Científica*, vol. 2, no. 4, pp. 29–54, 2021, [Online]. Available: <http://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/70>
- [18] J. Rivera, A. Aguirre, R. Mejía de Gutiérrez, and A. Orobio, “No Title,” *Inf. Técnico*, vol. 1, no. 1, 2020, doi: 10.23850/22565035.2530.
- [19] N. Santamaría and L. Manotoa, “Evaluación Físico-Mecánico de muestras de adobes de viviendas existentes en la provincia de Chimborazo,” Universidad Nacional de Chimbotazo, 2022. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9726>
- [20] L. Echeverría and J. Zambrano, “Análisis de las propiedades mecánicas de adobes ecológicos elaborados con barro, agua, con adiciones cementicias provenientes de residuos agroindustriales, cumpliendo la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015),” Universidad Central del Ecuador, 2021. [Online]. Available:

- <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25772>
- [21] M. Montenegro and I. Godoy, “Caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta,” Universidad Central del Ecuador, 2019. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17674>
- [22] F. Jové Sandoval, M. Barbero Barrera, and N. Flores Medina, “Assessment of the mechanical performance of three varieties of pine needles as natural reinforcement of adobe,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 187, pp. 205–213, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.187>.
- [23] A. López Córdova and T. E. Teque Curo, “Fibras de coco y su influencia en las propiedades físico - mecánicas del adobe, Chiclayo – 2021,” Universidad César Vallejo, 2021. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85199>
- [24] G. Sandoval, “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal,” Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4232>
- [25] Y. K. Campos López, “Análisis físico mecánico del adobe con la aplicación de fibra de totora, Tayabamba-2018,” Universidad César Vallejo, 2019. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60755>
- [26] B. M. Medina Terrones, “Propiedades físico mecánicas del adobe compactado con la adición de agujas de pino en diferentes porcentajes,” Universidad Privada del Norte, 2019. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11537/23569>
- [27] J. M. Marquéz Dominguez, “Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chincha 2018,” Universidad César Vallejo, 2018. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27153>
- [28] M. R. Fernández Honorio and L. D. Flores Felix, “Comportamiento físico mecánico en muros de albañilería de adobe con fibras de hoja de piña - pseudotallo de plátano, Cajamarca – 2021,” Universidad César Vallejo, 2021. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83090>
- [29] M. Pastor Quiles, *La construcción con tierra en Arqueología: Teoría, método, técnicas y aplicación*. 2017. [Online]. Available: https://books.google.es/books?id=pAJEDwAAQBAJ&dq=material+de+construcción+tierra&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- [30] F. L. Paredes Avilés and G. M. De la Cruz Arce, “Estudio de estabilizadores en el

- adobe,” *FIGEMPA Investig. Y Desarro.*, vol. 1, no. 1, pp. 79–84, 2017, doi: <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.59>.
- [31] G. Jaramillo, “Manual de Materiales de construcción.” Colección, 2019. [Online]. Available: <https://bdigital.uniquindio.edu.co/bitstream/handle/001/4583/2?sequence=1>
- [32] L. A. Sotomayor Quintana, “El Adobe. Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes,” Universidad Andrés Bello, 2018. [Online]. Available: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7447>
- [33] Norma Técnica E-080 Adobe, “Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada.” Resolución Ministerial, el Peruano, 1, 29, 2017.
- [34] Norma Técnica Peruana NTP 399.604 2002, “Unidades de albañilería. Métodos de muestri y ensayo de unidades de albañilería de concreto.” 2002. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/351903031/Norma-Tecnica-Peruana-Ntp-399-604-2002>
- [35] Norma Técnica Peruana NTP 399.613 2005, “Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.” 2005. [Online]. Available: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-de-piura/materiales-de-construccion/ntp-399613-2005-disfruta/13633398>
- [36] Norma Técnica Peruana NTP 339.034 2008, “Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.” 2008. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>
- [37] Norma Técnica Peruana NTP 399.605 2013, “Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.” 2013. [Online]. Available: <https://pdfcoffee.com/ntp399605serfft-5-pdf-free.html>
- [38] Norma Técnica Peruana NTP 400.013 2002, “Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones.” 2002. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/399962820/Norma-Tecnica-Peruana-400013>
- [39] Norma Técnica Peruana NTP 400.017 2011, “Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (‘Peso Unitario’) y los vacíos en los agregados.” 2011. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>

- [40] Norma Técnica Peruana NTP 339.088 2006, “Hormigón (Concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.” 2006. [Online]. Available: <https://doku.pub/download/norma-tecnica-peruana-ntp-339088-concreto-pld43758r9ln>
- [41] Norma Técnica Peruana NTP 339.127 1998, “Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.” 1998. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/doc/213648347/NTP-339-127-Contenido-de-Humedad>
- [42] Norma Técnica Peruana NTP 339.128 1999, “Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.” 1999. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/YaxsarelaPardoRivera/ntp-339128-granulometria-por-tamizado-y-por-sedimentacion-2019>
- [43] Norma Técnica Peruana NTP 339.129 1999, “Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.” 1999. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/474697212/NTP-339-129>
- [44] M. Ramírez Rodríguez, “Cómo construir un prototipo de una cúpula de adobe Con una técnica popular,” *Legado Arq. y diseño*, vol. 19, no. 1, 2015, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/4779/477951060010/html/>
- [45] L. Barrera Ríos, “PROCESO PARA EL MEJORAMIENTO DEL ADOBE,” Universidad Santo Tomás, 2020. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11634/33801>
- [46] F. J. Rocca Villalobos, “Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes, Ferreñafe 2020,” Universidad César Vallejo, 2020. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57669>
- [47] F. Enciso, “Ensayos a la Unidad de Albañilería.” 2016. [Online]. Available: https://www.academia.edu/10643669/ENSAYOS_A_LA_UNIDAD_DE_ALBAÑIL%0AERIA_A_%0D
- [48] A. V. Condori Taipe and Y. A. Solano Peñaloza, “INFLUENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY EN LA COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE,” Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. [Online]. Available: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2700>
- [49] Norma Técnica Peruana NTP 339.078, “Norma Técnica Peruana NTP 339.078.” 2012. [Online]. Available: <https://www.udocz.com/apuntes/108486/ntp-339-078-ensayo-de->

flexion-pdf

- [50] J. T. Carhuanambo Villanueva, “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016,” Universidad Privada del Norte, 2016. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11537/7328>
- [51] D. Polanco, “Pinos (pinus): características, reproducción, tipo de hoja y especies,” *Árboles (Tipos o clases)*, 2017.
[https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/arboles/pinos-pinus#:~:text=Las hojas típicas de los,las ramas de los árboles.](https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/arboles/pinos-pinus#:~:text=Las%20hojas%20t%C3%ADPICAS%20de%20los,las%20ramas%20de%20los%20%C3%A1rboles.) (accessed Jun. 24, 2022).
- [52] J. F. Brito del Pino, N. M. Santamaría Herrera, C. A. Macas Peñaranda, and T. C. Dany, “Elaboración de adobe sostenible,” *Diseño Arte y Arquít.*, no. 11, pp. 59–79, 2021, doi: <https://doi.org/10.33324/daya.vi11.459>.
- [53] K. L. Hidalgo Alva and J. S. Cadenillas Lozano, “Aplicación de los aditivos PROES y CONAID y su relación con la mejora del CBR en la subrasante de la carretera Pilluana - Paraíso, provincia de Picota, departamento de San Martín,” Universidad Científica del Perú, 2021. [Online]. Available: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1642>
- [54] Ó. Palacio León, Á. Chávez Porras, and Y. L. Velásquez Castiblanco, “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados,” *Tecnura*, vol. 21, no. 53, pp. 96–106, 2017, doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.3.a06>.
- [55] D. E. Vilela Mora and E. R. Loaiza Carrión, “Ensayos preliminares de mezcla suelo-cemento, mejoran la estabilización de adobes para la construcción rural,” *Bosques Latid. Cero*, vol. 7, no. 1, pp. 123–132, 2017, [Online]. Available: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/176>
- [56] O. Hurtado Saldaña, “Características físicas y mecánicas de unidades de adobe con hojas de pino y aserrín en el distrito de Sócota, Cajamarca, 2018,” Universidad César Vallejo, 2018. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27661>
- [57] A. Alvarez Risco, “Clasificación de la investigación,” *Nota académica 2*, vol. 1, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10818>
- [58] B. F. Robles Pastor, “Población y muestra,” *Pueblo Cont.*, vol. 30, no. 1, pp. 245–246, 2018, doi: <http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121>.
- [59] T. Otzen and C. Manterola, “Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,” *Int. J Morphol.*, vol. 35, no. 1, pp. 227–232, 2017, [Online]. Available: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

- [60] R. Hernández and C. Mendoza, *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education, 2018.
- [61] G. Sandoval, “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal,” Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.
- [62] Y. K. Campos López, “Análisis físico mecánico del adobe con la aplicación de fibra de totora, Tayabamba-2018,” Universidad César Vallejo, 2019.
- [63] J. M. Marquéz Dominguez, “Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chincha 2018,” Universidad César Vallejo, 2018.

Anexos

Anexo 1. Ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

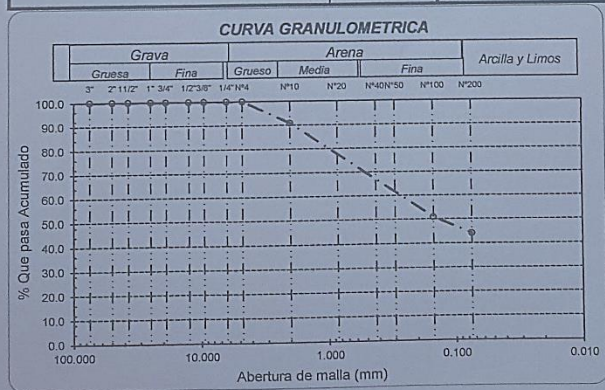
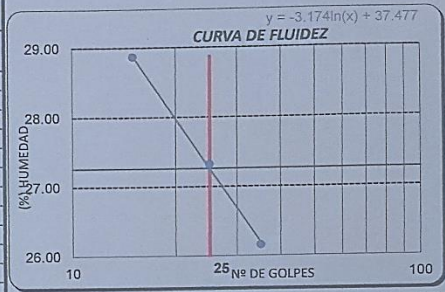
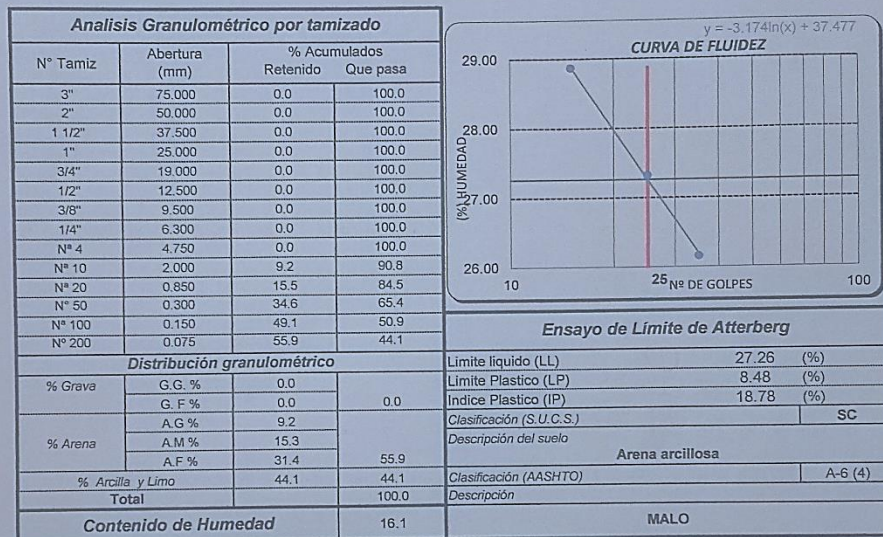


Tesista : Rafael Cusma Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 11 de Agosto del 2022.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - C-01

Muestra: M-1



[Handwritten signature]





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Gusma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 07 de Noviembre del 2022
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
 Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	CUBO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	10.00	10.00	800	8.00	8.00
ESP-02	CUBO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	10.00	10.00	770	7.70	
ESP-03	CUBO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	10.00	10.00	650	6.50	
ESP-04	CUBO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	10.00	10.00	850	8.50	
ESP-05	CUBO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	10.00	10.00	640	6.40	
ESP-06	CUBO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	10.00	10.00	780	7.80	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 02 de Octubre del 2022
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	CUBO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	10.00	10.00	1810	18.10	19.28
ESP-02	CUBO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	10.00	10.00	1900	19.00	
ESP-03	CUBO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	10.00	10.00	1860	18.60	
ESP-04	CUBO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	10.00	10.00	1950	19.50	
ESP-05	CUBO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	10.00	10.00	1880	18.80	
ESP-06	CUBO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	10.00	10.00	1980	19.80	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	CUBO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	10.00	10.00	2230	22.30	22.10
ESP-02	CUBO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	10.00	10.00	2160	21.60	
ESP-03	CUBO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	10.00	10.00	2200	22.00	
ESP-04	CUBO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	10.00	10.00	2190	21.90	
ESP-05	CUBO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	10.00	10.00	2220	22.20	
ESP-06	CUBO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	10.00	10.00	2140	21.40	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Octubre del 2022
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	CUBO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	10.00	10.00	2070	20.70	20.53
ESP-02	CUBO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	10.00	10.00	2020	20.20	
ESP-03	CUBO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	10.00	10.00	1950	19.50	
ESP-04	CUBO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	10.00	10.00	2010	20.10	
ESP-05	CUBO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	10.00	10.00	2030	20.30	
ESP-06	CUBO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	10.00	10.00	2090	20.90	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 07 de Noviembre del 2022
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	UNIDAD DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	20.00	40.00	7310	9.14	8.94
ESP-02	UNIDAD DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	20.00	40.00	7740	9.68	
ESP-03	UNIDAD DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	20.00	40.00	7350	9.19	
ESP-04	UNIDAD DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	20.00	40.00	6210	7.76	
ESP-05	UNIDAD DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	20.00	40.00	4730	5.91	
ESP-06	UNIDAD DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	20.00	40.00	5890	7.36	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 02 de Octubre del 2022
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo da ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	UNIDAD DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	20.00	40.00	14980	18.73	19.13
ESP-02	UNIDAD DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	20.00	40.00	15100	18.88	
ESP-03	UNIDAD DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	20.00	40.00	15240	19.05	
ESP-04	UNIDAD DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	20.00	40.00	15890	19.86	
ESP-05	UNIDAD DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	20.00	40.00	14700	18.38	
ESP-06	UNIDAD DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	20.00	40.00	14890	18.61	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
 Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	Pb (Kg/cm ²)	Pb Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	UNIDAD DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	20.00	40.00	17710	22.14	21.93
ESP-02	UNIDAD DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	20.00	40.00	17360	21.70	
ESP-03	UNIDAD DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	20.00	40.00	17440	21.80	
ESP-04	UNIDAD DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	20.00	40.00	17670	22.09	
ESP-05	UNIDAD DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	20.00	40.00	16900	21.13	
ESP-06	UNIDAD DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	20.00	40.00	17100	21.38	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Octubre del 2022
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)
Código : NORMA N.T.P. 339.613 : 2005

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho (d) (cm)	Longitud (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	UNIDAD DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	20.00	40.00	16630	20.79	20.35
ESP-02	UNIDAD DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	20.00	40.00	16420	20.53	
ESP-03	UNIDAD DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	20.00	40.00	15670	19.59	
ESP-04	UNIDAD DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	20.00	40.00	16160	20.20	
ESP-05	UNIDAD DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	20.00	40.00	15910	19.89	
ESP-06	UNIDAD DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	20.00	40.00	15500	19.38	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 07 de Noviembre del 2022

Título : Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción por compresión de las unidades de albañilería.

Código : NTP 399.615:2016

$$f_b = \frac{(2xP)}{(3.1416 \times d \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio
ESP-01	CILINDRO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	15.20	30.2	610	0.85	0.85
ESP-02	CILINDRO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	15.20	30.2	630	0.87	
ESP-03	CILINDRO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	15.20	30.2	590	0.82	
ESP-04	CILINDRO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	15.20	30.2	620	0.86	
ESP-05	CILINDRO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	15.20	30.2	580	0.80	
ESP-06	CILINDRO DE ADOBE CONVENCIONAL	10/10/2022	07/11/2022	28	15.20	30.2	600	0.83	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 02 de Octubre del 2022
Título : Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción por compresión de las unidades de albañilería.
Código : NTP 399.615:2016

$$f_b = [(2 \times P) / (3.1416 \times d^*h)]$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio
ESP-01	CILINDRO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	15.20	30.2	800	1.11	1.07
ESP-02	CILINDRO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	15.20	30.2	600	0.83	
ESP-03	CILINDRO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	15.20	30.2	700	0.97	
ESP-04	CILINDRO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	15.20	30.2	740	1.03	
ESP-05	CILINDRO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	15.20	30.2	690	0.96	
ESP-06	CILINDRO DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	04/09/2022	02/10/2022	28	15.20	30.2	850	1.18	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022

Título : Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción por compresión de las unidades de albañilería.

Código : NTP 399.615:2016

$$f_b = \frac{(2xP)}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio
ESP-01	CILINDRO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	15.20	30.2	730	1.01	1.16
ESP-02	CILINDRO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	15.20	30.2	900	1.25	
ESP-03	CILINDRO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	15.20	30.2	770	1.07	
ESP-04	CILINDRO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	15.20	30.2	820	1.14	
ESP-05	CILINDRO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	15.20	30.2	850	1.18	
ESP-06	CILINDRO DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	17/09/2022	15/10/2022	28	15.20	30.2	790	1.10	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Octubre del 2022

Título : Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción por compresión de las unidades de albañilería.

Código : NTP 399.615:2016

$$f_b = \frac{(2xP)}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _b (Kg/cm ²)	f _b Promedio
ESP-01	CILINDRO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	15.20	30.2	760	1.05	1.10
ESP-02	CILINDRO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	15.20	30.2	820	1.14	
ESP-03	CILINDRO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	15.20	30.2	770	1.07	
ESP-04	CILINDRO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	15.20	30.2	800	1.11	
ESP-05	CILINDRO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	15.20	30.2	790	1.10	
ESP-06	CILINDRO DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	20/09/2022	18/10/2022	28	15.20	30.2	750	1.04	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Noviembre del 2022

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañería
 IDENTIFICACIÓN : Prisma de Adobe Convencional

CÁLCULOS:

Muestra Nº	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Cohes. De corrección (cc)	Área bruta A_b (cm ²)	Carga N (kg)	F_m / A_b (kg/cm ²)	F'm corregido (kg/cm ²)	Fm=0.4*F'm Resistencia Última (kg/cm ²)	Fm PROMEDIO (kg/cm ²)
1	64.4	20.0	40.0	3.220	1.09	800	8366	10.46	11.37	4.55	4.53
2	64.3	19.9	39.8	3.231	1.09	792	8199	10.35	11.27	4.51	
3	64.8	20.5	39.9	3.161	1.08	818	8169	9.99	10.81	4.33	
4	65.0	19.8	40.5	3.283	1.09	802	7680	9.58	10.46	4.19	
5	64.5	19.6	39.7	3.291	1.09	778	8250	10.60	11.59	4.64	
6	64.2	19.5	40.1	3.292	1.09	782	7890	10.09	11.03	4.41	

NOTA ILUSTRATIVA:

1lb = 4.448 n		1 N = 0.102 kg/cm ²	
3.00	1.07	3.00	1.07
3.220	1.088	3.231	1.088
4.00	1.15	4.00	1.15
1	0.08	1	0.08
0.220	0.231	0.161	0.283

3.00	1.07	3.00	1.07	3.00	1.07	3.00	1.07
3.291	1.093	3.291	1.093	3.291	1.093	3.291	1.093
4.00	1.15	4.00	1.15	4.00	1.15	4.00	1.15
1	0.08	1	0.08	1	0.08	1	0.08
0.291	0.292	0.291	0.292	0.291	0.292	0.291	0.292

FORMULA:

$$f'_m = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidades realizado por el alumno.
- Número de unidades que conforman el prisma : 06 unidades.
- El prisma fue asentado por el Albañil Contratado
- Fecha de asentado : 10/10/2022 Se ensayo a compresión el día : 12/11/2022 (28 Días)





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cuzma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Noviembre del 2022
 CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañería
 IDENTIFICACIÓN : Prisma de Adobe con el 25% de Hoja de Pino

CÁLCULOS :

Muestra Nº	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Cohes. De corrección (cc)	Área bruta A _b (cm ²)	Carga N (kg)	F _m A _v /A _s (kg/cm ²)	F _m corregido (kg/cm ²)	F _m =0.4*F _m Resistencia Última (kg/cm ²)	F _m PROMEDIO (kg/cm ²)
1	64.5	20.1	40.1	3.217	1.09	803	8806	10.97	11.92	4.77	4.69
2	64.4	20.0	39.8	3.220	1.09	796	8387	10.54	11.46	4.58	
3	65.0	19.5	39.9	3.333	1.10	778	8495	10.92	11.97	4.79	
4	64.8	19.9	40.2	3.256	1.09	800	8420	10.53	11.48	4.59	
5	64.6	19.8	39.7	3.263	1.09	786	8100	10.30	11.24	4.50	
6	65.1	19.6	40.0	3.321	1.10	784	8250	10.52	11.53	4.61	

NOTA ILUSTRATIVA :

1lb = 4.448 n		1 N = 0.102 kg/cm ²	
3.00	1.07	3.00	1.07
3.217	1.087	3.220	1.088
4.00	1.15	4.00	1.15
1	0.08	1	0.08
0.217		0.220	0.333

FORMULA :

$f_m = \frac{N}{A_s}$	hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
	F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación de unidades realizado por el alumno.
- 2) Número de unidades que conforman el prisma : 06 unidades.
- 3) El prisma fue asentado por el Albañil Contratado
- 4) Fecha de asentado ; 10/10/2022 Se ensayo a compresión el día ; 12/11/2022 (28 Días)





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Noviembre del 2022
 CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería
 IDENTIFICACIÓN : Prisma de Adobe con el 30% de Hoja de Pino

CÁLCULOS :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta A_b (cm ²)	Carga N (kg)	F_m $\frac{N}{A_b}$ (kg/cm ²)	Fm corregido (kg/cm ²)	Fm=0.4*Fm Resistencia Última (kg/cm ²)	Fm PROMEDIO (kg/cm ²)
1	64.5	19.9	39.9	3.241	1.09	794	10876	13.70	14.92	5.97	6.12
2	65.0	19.8	40.0	3.283	1.09	792	10996	13.88	15.17	6.07	
3	64.8	19.9	39.8	3.256	1.09	792	10790	13.62	14.86	5.94	
4	64.4	20.0	40.1	3.220	1.09	801	10640	13.28	14.45	5.78	
5	64.6	19.7	39.6	3.279	1.09	780	11010	14.11	15.42	6.17	
6	64.7	19.6	39.7	3.301	1.09	778	11150	14.33	15.68	6.27	

NOTA ILUSTRATIVA :

1 lb = 4.448 n			1 N = 0.102 kg/cm ²		
3.00	1.07	3.00	1.07	3.00	1.07
3.241	1.089	3.283	1.093	3.256	1.091
4.00	1.15	4.00	1.15	4.00	1.15
1	0.08	1	0.08	1	0.08
0.241		0.283		0.256	
				0.220	
					0.279
					0.301

FORMULA:

$$f'_m = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación de unidades realizado por el alumno.
- 2) Número de unidades que conforman el prisma : 06 unidades.
- 3) El prisma fue asentado por el Albañil Contratado
- 4) Fecha de asentado ; 10/10/2022 Se ensayo a compresión el día ; 12/11/2022 (28 Dias)





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Noviembre del 2022

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañería
 IDENTIFICACIÓN : Prisma de Adobe con el 35% de Hoja de Pino

CALCULOS :

Muestra Nº	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Cohes. De corrección (cc)	Área bruta A_s (cm ²)	Carga N (kg)	Fm $\frac{N}{A_s}$ (kg/cm ²)	Fm corregido (kg/cm ²)	Fm=0.4*Fm Resistencia Última (kg/cm ²)	Fm PROMEDIO (kg/cm ²)
1	65.0	19.9	39.5	3.266	1.09	786	10049	12.78	13.95	5.58	5.50
2	64.4	20.0	40.1	3.220	1.09	801	9913	12.38	13.46	5.38	
3	64.3	19.8	40.0	3.247	1.09	792	9845	12.43	13.55	5.42	
4	64.8	20.1	39.8	3.232	1.09	798	9930	12.44	13.55	5.42	
5	64.6	19.5	39.4	3.313	1.10	768	9760	12.70	13.91	5.56	
6	64.9	19.7	39.3	3.294	1.09	774	9580	12.37	13.53	5.41	

NOTA ILUSTRATIVA :

1lb = 4.448 n		1 N = 0.102 kg/cm ²	
3.00	1.07	3.00	1.07
3.266	1.091	3.220	1.088
4.00	1.15	4.00	1.15
1	0.08	1	0.08
0.266		0.220	
		0.247	
		0.232	
		0.313	
		0.294	

FORMULA :

$$f'_m = \frac{V}{A_s}$$

hp/p	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación de unidades realizado por el alumno.
- Número de unidades que conforman el prisma : 06 unidades.
- El prisma fue asentado por el Albañil Contratado
- Fecha de asentado ; 10/10/2022. Se ensayo a compresión el día ; 12/11/2022 (28 Dias)





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Noviembre del 2022
 CÓDIGO : N.T.P. 338.621 - 2004
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Largo l (cm)	Altura total h (cm)	Espesor e _m (cm)	Área 2a + e _m (cm ²)	Carga N (kg)	Ft=pi(2a*em) (Kg/cm2)	Vm=0.4F t (Kg/cm2)	Vm PROMEDIO (Kg/cm2)
01	Adobe Convencional	10/10/2022	12/11/2022	28	64.0	65.0	19.8	2554	807	0.32	0.13	0.13
02		10/10/2022	12/10/2022	28	63.0	64.5	19.9	2537	912	0.36	0.14	
03		10/10/2022	12/10/2022	28	64.0	65.2	20.0	2584	771	0.30	0.12	
04		10/10/2022	12/10/2022	28	63.8	66.0	19.2	2492	771	0.31	0.12	
05		10/10/2022	12/10/2022	28	65.0	64.0	19.6	2528	860	0.34	0.14	
06		10/10/2022	12/10/2022	28	65.1	64.8	19.5	2533	815	0.32	0.13	
01	Adobe con el 25% de Hoja de Pino	10/10/2022	12/11/2022	28	64.5	66.0	20.1	2623	1133	0.43	0.17	0.18
02		10/10/2022	12/10/2022	28	64.6	64.5	20.0	2582	1120	0.43	0.17	
03		10/10/2022	12/10/2022	28	64.4	64.8	19.5	2519	1196	0.47	0.19	
04		10/10/2022	12/10/2022	28	65.0	65.0	19.9	2587	1160	0.45	0.18	
05		10/10/2022	12/10/2022	28	65.1	65.2	19.6	2564	1090	0.43	0.17	
06		10/10/2022	12/10/2022	28	64.8	65.5	19.8	2580	1065	0.41	0.17	
01	Adobe con el 30% de Hoja de Pino	10/10/2022	12/11/2022	28	64.5	65.0	19.9	2577	1480	0.57	0.230	0.25
02		10/10/2022	12/10/2022	28	65.0	64.5	19.8	2564	1636	0.64	0.255	
03		10/10/2022	12/10/2022	28	64.8	64.8	19.6	2540	1623	0.64	0.256	
04		10/10/2022	12/10/2022	28	64.4	65.9	19.7	2567	1688	0.66	0.263	
05		10/10/2022	12/10/2022	28	64.6	64.0	20.0	2572	1518	0.59	0.236	
06		10/10/2022	12/10/2022	28	64.7	63.9	19.5	2508	1536	0.61	0.245	
01	Adobe con el 35% de Hoja de Pino	10/10/2022	12/11/2022	28	65.0	64.4	19.9	2575	1390	0.54	0.216	0.22
02		10/10/2022	12/10/2022	28	64.4	64.0	20.0	2568	1406	0.55	0.219	
03		10/10/2022	12/10/2022	28	64.3	65.0	19.8	2560	1421	0.56	0.222	
04		10/10/2022	12/10/2022	28	64.9	65.7	19.7	2573	1410	0.55	0.219	
05		10/10/2022	12/10/2022	28	64.6	64.5	19.5	2517	1418	0.56	0.225	
06		10/10/2022	12/10/2022	28	65.1	65.2	19.6	2554	1310	0.51	0.205	

DONDE:
 h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Mayo del 2023
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
Código : NTP 399.078-2012

$$Mr = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	VIGAS DE ADOBE CONVENCIONAL	22/04/2023	20/05/2023	28	15.80	14.50	45.00	190.00	2.57	2.32
ESP-02	VIGAS DE ADOBE CONVENCIONAL	22/04/2023	20/05/2023	28	15.75	14.68	45.00	140.00	1.86	
ESP-03	VIGAS DE ADOBE CONVENCIONAL	22/04/2023	20/05/2023	28	15.62	14.82	45.00	150.00	1.97	
ESP-04	VIGAS DE ADOBE CONVENCIONAL	22/04/2023	20/05/2023	28	15.82	14.72	45.00	180.00	2.36	
ESP-05	VIGAS DE ADOBE CONVENCIONAL	22/04/2023	20/05/2023	28	15.55	14.69	45.00	170.00	2.28	
ESP-06	VIGAS DE ADOBE CONVENCIONAL	22/04/2023	20/05/2023	28	15.72	14.86	45.00	160.00	2.07	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Mayo del 2023
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
Código : NTP 399.078.2012

$$Mr = \frac{P \cdot L^3}{b \cdot h^3}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaclado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	VIGAS DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.20	14.78	45.00	230.00	3.12	3.01
ESP-02	VIGAS DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.45	14.82	45.00	230.00	3.05	
ESP-03	VIGAS DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.35	14.90	45.00	220.00	2.91	
ESP-04	VIGAS DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.62	14.68	45.00	210.00	2.81	
ESP-05	VIGAS DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.36	14.75	45.00	220.00	2.96	
ESP-06	VIGAS DE ADOBE CON EL 25% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.58	14.81	45.00	210.00	2.77	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Mayo del 2023
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
Código : NTP 399.078:2012

$$M_r = [(P \cdot L) / (b \cdot h^2)]$$

Código	Identificación	Fecha de Vaclado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	VIGAS DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.00	15.00	45.00	290.00	3.87	3.87
ESP-02	VIGAS DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.26	14.85	45.00	290.00	3.88	
ESP-03	VIGAS DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.35	14.91	45.00	280.00	3.69	
ESP-04	VIGAS DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.30	14.72	45.00	270.00	3.66	
ESP-05	VIGAS DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.36	14.69	45.00	280.00	3.60	
ESP-06	VIGAS DE ADOBE CON EL 30% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.58	14.83	45.00	300.00	3.94	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Mayo del 2023
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
Código : NTP 399.078:2012

$$M_r = \frac{[P \cdot L]}{[b \cdot h^2]}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
ESP-01	VIGAS DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.20	14.90	45.00	300.00	4.00	4.15
ESP-02	VIGAS DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.22	14.86	45.00	330.00	4.42	
ESP-03	VIGAS DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.30	14.92	45.00	310.00	4.10	
ESP-04	VIGAS DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.35	14.89	45.00	310.00	4.10	
ESP-05	VIGAS DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.26	14.76	45.00	260.00	3.93	
ESP-06	VIGAS DE ADOBE CON EL 35% DE HOJA DE PINO	22/04/2023	20/05/2023	28	15.34	14.84	45.00	300.00	4.00	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el Alumno.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rafael Cusma, Nelson
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2022

CÓDIGO : NORMA N.T.P. 399.613 : 2017
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción

Muestra N°	Identificación	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)	Absorción (%)	Peso Saturado Promedio (g)	Peso Seco Promedio (g)	Promedio Absorción (%)
01	Adobe Convencional	15880.0	12145.0	30.8	15775	12106	30.3
02		15850.0	12100.0	31.0			
03		15650.0	12050.0	29.9			
04		15720.0	12130.0	29.6			
01	Adobe con el 25% de Hoja de Pino	13865.0	11005.0	26.0	13909	10869	28.0
02		13800.0	10930.0	26.3			
03		13870.0	10890.0	27.4			
04		14100.0	10650.0	32.4			
01	Adobe con el 30% de Hoja de Pino	13085.0	10430.0	25.5	13310	10554	26.1
02		13545.0	10790.0	25.5			
03		13420.0	10655.0	26.0			
04		13190.0	10340.0	27.6			
01	Adobe con el 35% de Hoja de Pino	13240.0	10620.0	24.7	13204	10535	25.3
02		13365.0	10590.0	26.2			
03		13110.0	10480.0	25.1			
04		13100.0	10450.0	25.4			





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesiasta : Rafael Cuzma, Nelson
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Teoría : ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO CON HOJAS DE PINO Y EL ADITIVO PROES COMO ESTABILIZADOR
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022
 CÓDIGO : NORMA N.T.P. 399 613 : 2017
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Ensayo de Succión

Muestra Nº	Identificación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Neta (cm ²)	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)	Peso de Agua (g)	Succión (gr/200cm ² /min)	Succión Promedio (gr/200cm ² /min)
01	Adobe Convencional	39.0	19.5	760.50	12080.0	12040.0	50.0	13.15	11.62
02		39.6	19.6	762.02	12070.0	12030.0	40.0	10.10	
01	Adobe con el 25% de Hoja de Pino	39.9	20.0	798.00	11280.0	11198.0	82.0	6.02	7.88
02		39.8	19.5	776.10	11240.0	11210.0	30.0	7.73	
01	Adobe con el 30% de Hoja de Pino	39.5	19.8	762.10	11480.0	11480.0	20.0	3.11	5.75
02		39.7	18.7	733.09	11315.0	11490.0	25.0	3.39	
01	Adobe con el 35% de Hoja de Pino	39.7	20.1	797.57	11430.0	11420.0	20.0	3.21	4.40
02		39.6	20.0	792.00	11370.0	11355.0	15.0	3.78	



Anexo 2. Ficha técnica del Aditivo



FICHA TÉCNICA



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- a. El suelo natural con plasticidad
- b. El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- c. Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

1. Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
2. Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
3. El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
4. La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones 200 litros, sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm

Transporte: mm (ver ilustración adjunta).
: los estanques se movilizan en pallets de 1000mm x 1200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

División de riesgo : Clase 8 - Líquido corrosivo

Código UN : NU 3256

Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa

Peso específico : 1,15

pH : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.

Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C

Fecha de caducación : no tiene

Proes Tech Perú SAC 2 de Mayo 826, oficina 001, Miraflores, Lima, Perú. Fono: +56 1 445 9676
; www.proestech.com

PROES.

Anexo 3. Norma peruana E.080 Diseño y Construcción contra tierra reforzada

**MINISTERIO DE VIVIENDA,
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

NORMA E.080
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CON TIERRA REFORZADA

**ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 121-2017-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES