



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Propiedades físicas y mecánicas del adobe con adición de fibra de bambú en el centro poblado Cambio Puente de la ciudad de Chimbote, Santa – Ancash- 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Arteaga Vásquez, Fernando Alexis (ORCID: 0000-0003-2550-7740)

Wong Pérez, Luis Johan (ORCID: 0000-0003-1627-6995)

**ASESOR:**

Mgtr. Muñoz Arana José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650 )

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Sísmico y Estructural

Chimbote – Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme salud para cumplir mis objetivos y fortaleza para enfrentar obstáculos

Que se presentan en cada momento.

A mi familia, por ser el mayor Motivo porque estuvieron en cada etapa de mi formación profesional y personal para poder a seguir luchando por una de mis metas.

A mis Buenos amigos por el apoyo y consejos

Brindados para mi formación personal y profesional.

### **Arteaga Vásquez Fernando Alexis**

A Dios principalmente por no dejar de guiarme en todo este camino hacia mi formación profesional y personal.

A mis padres, por brindarme su apoyo y confianza incondicional para poder llegar a cumplir esta meta.

A mis docentes por las buenas enseñanzas y consejos para lograr mi formación profesional.

### **Wong Pérez Luis Johan**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros docentes, que, en el transcurso de nuestra formación profesional y también personal, brindaron sus conocimientos y experiencias para un mejor aprendizaje.

En especial a nuestro primer asesor el Mgtr. Segundo Francisco Moncada Saucedo por su apoyo y orientación al iniciar este proyecto de tesis, así mismo a nuestro segundo asesor Mgtr. José Pepe Muñoz Arana, por su dedicación y apoyo, durante todo este proceso de desarrollo de tesis, a pesar de los malos momentos que atraviesa todo el mundo, por la pandemia presente.

**Arteaga Vásquez Fernando Alexis**

**Wong Pérez Luis Johan**

# Índice de contenidos

	<b>Pág.</b>
Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de Gráficos.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variable y Operacionalización .....	12
3.2.1. Variables Dependientes .....	12
3.2.2. Variable Independiente .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo .....	14
3.3.1. Población.....	14
3.3.2. Muestra.....	14
3.3.3. Muestreo.....	15
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. ....	16
3.5. Procedimientos. ....	16
3.5.1. Ubicación y obtención de material .....	16
3.5.2. Selección de Tierra .....	16
3.5.3. Ensayos de Campo .....	16
3.5.4. Preparación de materiales .....	17
3.5.5. Ensayos para la identificación de Suelo .....	18

3.5.6. Clasificación del suelo.....	20
3.5.7. Diseño de molde para bloques de adobe .....	20
3.5.8. Elaboración de bloques de adobe .....	21
3.5.9. Ensayos de laboratorio .....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSION.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES .....	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS .....	55

## Índice de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Unidades de Muestra .....	15
Tabla 2: Granulometría .....	23
Tabla 3: Contenido de humedad.....	25
Tabla 4: Límites de Consistencia .....	25
Tabla 5: Granulometría .....	27
Tabla 6: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón.....	29
Tabla 7: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón con 5% de adición de Fibra de Bambú .....	29
Tabla 8: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón con 10% de adición de Fibra de Bambú .....	30
Tabla 9: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón con 15% de adición de Fibra de Bambú .....	30
Tabla 10: Cuadro comparativo de Resistencia a la Compresión en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú.....	31
Tabla 11: Resumen de Análisis de Varianza.....	32
Tabla 12: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón .....	33
Tabla 13: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón con adición de 5% de fibra de bambú.....	33
Tabla 14: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón con adición de 10% de fibra de bambú.....	34
Tabla 15: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón con adición de 15% de fibra de bambú.....	34
Tabla 16: Cuadro comparativo del ensayo de Absorción en base al tiempo de sumersión promedio en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú .....	35
Tabla 17: Resumen de análisis de varianza para ensayo de Absorción .....	36
Tabla 18: Registro de datos del ensayo de Succión en adobe patrón .....	37
Tabla 19: Datos del ensayo de Succión en adobe patrón con adición de 5% de fibra de bambú.....	37
Tabla 20: Datos del ensayo de Succión en adobe patrón con adición de 10% de fibra de bambú.....	38
Tabla 21: Datos del ensayo de Succión en adobe patrón con adición de 15% de fibra de bambú.....	38
Tabla 22: Cuadro comparativo del ensayo de Succión en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú.....	39

Tabla 23:	Análisis de Varianza en el ensayo de Succión.....	40
Tabla 24:	Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón .....	41
Tabla 25:	Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón con adición de 5% de fibra de bambú .....	41
Tabla 26:	Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón con adición de 10% de fibra de bambú .....	42
Tabla 27:	Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón con adición de 15% de fibra de bambú .....	42
Tabla 28:	Cuadro comparativo de la variabilidad dimensional promedio en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú .....	43

## Índice de Gráficos

	<b>Pág.</b>
Gráfico N°01: Curva Granulométrica .....	24
Gráfico N°02: % de humedad a 25 golpes .....	25
Gráfico N°03: clasificación de suelo.....	28
Gráfico N°04: Resultados de Resistencia a la Compresión .....	31
Gráfico N°05: Grafica de las Distribución F para Resistencia a la compresión .....	32
Gráfico N°06: Resultados de Absorción en base al tiempo de sumersión promedio .....	35
Gráfico N°07: Grafica de las Distribución F para Absorción .....	36
Gráfico N°08: Resultados de Succión.....	39
Gráfico N°09: Grafica de distribución F para Succión .....	40
Gráfico N°10: Resultados de la variabilidad dimensional promedio en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú.....	43

## RESUMEN

En la presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe con adición del 5%,10% y 15% de la fibra de Bambú en el centro poblado cambio puente, con el fin de mejorar significativamente sus propiedades en comparación al adobe tradicional (Patrón). Para ello, se realizó el estudio de suelo para identificar los componentes y porcentajes del suelo, considerando que sea aceptable y se encuentre según lo especificado, en la norma E.0.80. Por tal motivo, la tierra que se utilizó para la elaboración del adobe fue extraída de la cantera del mismo centro poblado cambio puente; la cual se separó una muestra y fue sometida para los ensayos de campo y ensayos de para la clasificación de suelo, teniendo como resultado según el SUCS, una arena arcillosa de mediana plasticidad.

Por consiguiente, se elaboró los moldes para los adobes con diferentes medidas, el primer molde fue de forma de cubo con medidas de 10x10x10 cm, el cual se utilizó para el ensayo de resistencia a la compresión y el segundo molde fue de 9 cm de altura, 18 cm de ancho y 40 cm de largo, el cual se utilizó para los ensayos de absorción, succión y variación dimensional; dichos moldes cumplen con las dimensiones que especifica la norma E.0.80.

La investigación tuvo una población y una muestra de 112 bloques de adobe de los cuales 28 bloques de adobe patrón y 84 bloques con adición de 5% ,10% y 15% de fibra de bambú. Todos los bloques de adobe fueron sometidos en el laboratorio a los ensayos de resistencia a la compresión, absorción, succión y variación dimensional. Por ende, se analizó los resultados de los diferentes ensayos que fueron evaluados, determinando que la adición en 5%,10% y 15 % de fibra de bambú tuvieron resultado favorables en comparación al adobe patrón, siendo el 10 % de adición de fibra de bambú el más destacado, por ser comparado con el 5% y 15% de fibra de bambú, teniendo mejores resultados en los todos sus ensayos evaluados.

**Palabras Claves:** Adobe patrón, fibra de bambú, resistencia a la compresión, absorción, succión, variación dimensional.

## ABSTRACT

In the present investigation, the objective was to evaluate the physical and mechanical properties of adobe with the addition of 5%, 10% and 15% of the Bamboo fiber in the town of Puente Puente, in order to significantly improve its properties compared to adobe traditional (Pattern). For this, the soil study was carried out to identify the components and percentages of the soil, considering that it is acceptable and is as specified in standard E.0.80. For this reason, the land that was used to make the adobe was extracted from the quarry of the same town, Puente Puente; which a sample was separated and submitted for field tests and soil classification tests, resulting according to the SUCS clay sand of medium plasticity.

Therefore, the molds for the adobes were made with different measures, the first mold was cube-shaped with measurements of 10x10x10 cm, which was used for the compression resistance test and the second mold was 9 cm high, 18 cm wide and 40 cm long, which was used for the absorption, suction and dimensional variation tests; These molds comply with the dimensions specified by the E.0.80 standard.

The research had a population and a sample of 112 adobe blocks of which 28 standard adobe blocks and 84 blocks with the addition of 5%, 10% and 15% bamboo fiber. All the adobe blocks were subjected to compression, absorption, suction and dimensional variation tests in the laboratory.

Therefore, the results of the different tests that were evaluated were analyzed, determining that the addition of 5%, 10% and 15% of bamboo fiber had favorable results compared to adobe standard, with 10% addition of bamboo the most outstanding, for being compared to 5% and 15% of bamboo fiber, having better results in all its evaluated trials.

**Keywords:** Adobe pattern, bamboo fiber, compression resistance, absorption, suction, dimensional variation.

## I. INTRODUCCIÓN

El adobe, es un material utilizado para la construcción desde hace muchos años a nivel mundial, debido a su fácil accesibilidad en sus componentes y por tener un proceso de elaboración sencilla. Actualmente en todo el mundo existen alrededor del 30% de construcciones de adobe, siendo las zonas rurales los lugares con mayor cantidad de uso del material de adobe. Las construcciones de adobe en el Perú fueron hechas por nuestros ancestros desde la época prehispánica. A lo largo del tiempo, aún se conserva construcciones que cumplen un rol fundamental, como patrimonio y cultura en nuestro país. Así mismo, las tecnologías imperantes fueron la mampostería de adobe, el tapial y la quincha. (Nureña, 2017, p. 15)

Por ello , es importante mencionar las más destacadas e importantes , como es “La Ciudadela de Chan Chan” , ubicada en el valle de Moche (Trujillo) , siendo reconocida “ La ciudad de barro más grande de América” , también es importante nombrar la “Ciudad Sagrada de Caral” ubicada en la provincia de barranca reconocida como “La más antigua de América “ caracterizándose por cuya antigüedad de hace 5 mil años y por último “La Fortaleza de Paramonga” ubicado al norte del departamento de lima. (Salvador , 2019 ,p. 2).

En los últimos años, las construcciones de adobe en Perú se vieron afectadas por los desastres naturales que ocurrieron. Muestra de ello, el terremoto ocurrido en Pisco el año 2007 en agosto, destruyendo casi el 80 % de las casas construidas de adobe. (Paradiso y Galassi , 2012, p. 40). Por otro lado, la diversidad climática presenta las lluvias constantes causando inundaciones. Muestra de ello, el denominado “Fenómeno del Niño Costero” siendo la más afectada gran parte de la costa norte peruana el año 2017 (Latam, 2017). Por lo tanto, las construcciones de adobe más afectadas, están ubicadas en zonas urbanas y en la sierra peruana, teniendo en cuenta que es material primordial, debido su bajo costo y por su sencilla elaboración; siendo actualmente como resultados estadísticos, más de 1 millón 700 mil de casas de adobe en todo el Perú, las cuales pasan una antigüedad de 300 años. (Instituto Nacional de Estadística e Informatica, 2019)

Por esa razón, se optó como lugar de trabajo para este proyecto de investigación, el Centro Poblado Cambio Puente ubicado en la ciudad de Chimbote. Este centro poblado rural cuenta con un promedio de 2603 casas habitables, de las cuales 1364 están construidas a bases de adobe siendo esta cantidad un promedio de 52.40 % de las viviendas en total. Este centro poblado rural, se caracteriza por dedicarse a las actividades de la agricultura y ganadería, ya que en plena vista de estos lugares uno puede captar que se ubican en colinas disectadas y también en valles, considerando que se encuentran alejados de la costa que limita con el mar. (Flores y Paredes p.5) Las mayorías de viviendas de adobe se ven dañadas, respecto a muchos factores que se presente en dicho lugar. Se observó que las viviendas de adobes tienen rajaduras, debido a los movimientos sísmicos que se presentan, teniendo un comportamiento de poca resistencia a los esfuerzos de compresión. Existen muchas hectáreas de sembrío, las cuales tienen que estar constantemente siendo regadas e hidratadas, mediante los distintos canales de irrigación que las interceptan, justamente debido a esto las casas aledañas a estas hectáreas de sembrío, sufren algún desperfecto en las viviendas de adobe, producido por humedad. Además, existen algunas viviendas presentan adobes carcomidos en la parte inferior de sus paredes, esto es debido a las lluvias constantes e inundaciones. Estas viviendas que presentan diferentes tipos de daños, están en riesgo que en cualquier momento puedan desmoronarse, poniendo en riesgo la integridad de los pobladores. (Flores y Paredes, 2018 p. 6)

Con lo relatado y ante esta problemática, surgen las necesidades por hallar alternativas de solución para estas circunstancias, que van incrementado. Es por eso que hace pocos años se ha estado mostrando más interés en mejorar la composición del adobe, agregándole diferentes componentes para que puedan de alguna manera mejorar las propiedades físicas y mecánicas en cuanto a la conservación de este material antes las problemáticas mencionadas.

Por lo tanto, debido a esta situación se cuestionó la siguiente interrogante, ¿La adición de la fibra de bambú contribuirá a mejorar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe en el centro Poblado Cambio Puente de la ciudad de Chimbote, Santa – Ancash- 2020?. Por tal motivo, en cuanto a la justificación de la investigación, consiste en especificar las motivaciones que te llevaron a plantear un

tema de investigación en particular. También, se debe analizar la importancia del objeto en estudio, con la finalidad de mejorar el conocimiento en dicha área o para la evidencia de posibles soluciones ante la problemática planteada. (Metodología de la investigación, 2014, p.41).

Por ello, es pertinente tener en cuenta la justificación económica por el abundante cultivo de las plantas de bambú que existe en diferentes zonas del Perú. También, es importante por a sus diferentes utilidades para las construcciones en muchas partes del Perú, debido a sus características de durabilidad y resistencia. ( Cordova, 2008, p. 3). En cuanto la justificación técnica, se podrá utilizar como opción en la fabricación de adobe estabilizado con la fibra de bambú, para poder darle uso en el rubro de construcción en dicha zona. Por último, la justificación académica, por su gran aporte en la formación de los estudiantes y personas relacionadas a la Ingeniería Civil, debido a que podrá ser usado como una alternativa en la construcción. También servirá como antecedentes de un proyecto de investigación, porque se analizó por diferentes ensayos el comportamiento del adobe con la adición de fibra de bambú, teniendo como resultado una mejora en sus características del adobe.

Por consiguiente, la hipótesis general que se formuló es la siguiente: La adición de la fibra de Bambú mejorará significativamente las propiedades físicas y mecánicas del adobe en centro Poblado Cambio Puente de la ciudad de Chimbote, Santa – Ancash- 2020. Por ende, en este proyecto de investigación se planteó el siguiente objetivo general, que es: Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe con la adición de Fibra de Bambú en centro Poblado Cambio Puente de la ciudad de Chimbote, Santa – Ancash- 2020. Con lo que respecta a los objetivos específicos se formuló lo siguientes: Determinar la clasificación del suelo en el centro poblado Cambio Puente, también la elaboración de los moldes cumpliendo las medidas propuestas según la norma NTP E.080 para realizar los bloques de adobe , después, realizar los ensayos determinados de Resistencia a la Compresión, Variación dimensional, Absorción y Succión de los bloques de adobe patrón y los bloques de adobe con adición del 5%, 10% y 15% de Fibras de Bambú y posteriormente comparar los resultados obtenidos en los ensayos respecto al adobe patrón y el adobe con adición la fibra de bambú.

## II. MARCO TEÓRICO

Con el transcurrir de los años se conoce que existen diferentes proyectos de investigación a nivel internacional, nacional y local, que están relacionados al presente informe de investigación; dichos proyectos mencionan que sufren un cambio favorable en las propiedades y características del adobe, agregándole alguna sustancia, compuestos o también diversidades de derivados de vegetales y animales, concluyendo con tener un adobe estabilizado. Además, es importante mencionar algunas investigaciones semejantes con la finalidad de obtener información adecuada para tener una idea concisa y una correcta orientación respecto al tema.

Por ello, se sabe que a nivel internacional en Ecuador el año 2018 los autores Arteaga Jaime y Loja Luis, desarrollaron su tesis titulada: “Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica ” ; cuyo objetivo fue diseñar un adobe estabilizado con la adición de emulsión asfáltica con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas , también se realizó el estudio de clasificación de suelo en el lugar de Sinincay de la ciudad de Cuenca para determinar si los tipos de suelos son aptos para realizar los adobes. Se realizaron los siguientes ensayos: En el ensayo de resistencia a la compresión el adobe tradicional obtuvo un promedio de 1.25 MPa a 28 días de secado, mientras los adobes estabilizados con la adición de la emulsión asfáltica tuvieron como única respuesta favorable el 10% de adición, obteniendo como resultado el 2.03MPa, presentando un aumento de 62,28% en comparación respecto al adobe tradicional. En el ensayo a flexión el adobe tradicional tuvo un valor de 0.18MPa, mientras que los adobes estabilizados con la adición de la emulsión asfáltica tuvieron como única respuesta favorable el 10% de adición obtenido como resultado el 0.28MPa, presentando un aumento de 54.45% en comparación respecto al adobe no estabilizado. En el ensayo de absorción, el adobe tradicional obtuvo un valor de 3% respecto al adobe estabilizado con la adición de 10% de emulsión asfáltica reduciendo su valor a 0.41% de absorción. Se obtuvo como conclusión que los bloques de adobes con adición de emulsión asfáltica, influyeron favorablemente en las propiedades mecánicas, volviéndose resistentes a los agentes climáticos y siendo más resistentes que los adobes tradicionales. (Arteaga, y Loja, 2018 p. 124)

Así mismo, es importante mencionar que en nuestro país también existen investigaciones respecto al tema, como ocurrió en la ciudad de Cajamarca el año 2016 donde la autora Jhenifer Thajana Carhuanambo Villanueva, realizó su tesis para lograr el título de Ingeniero Civil, en la universidad "Privada del Norte" ; cuyo título es: "Propiedades Mecánicas y Físicas del Adobe Compactado con Adición de Viruta y Aserrín, Cajamarca 2016", menciona que realizó distintas dosificaciones para agregar la fabricación de diferentes bloques de adobe, usando el aserrín de eucalipto y la viruta, cuyas dosificaciones fueron de 1.5%, 3% y 4.5%. Obteniendo buenos resultados, debido a que se alcanzó un buen grado de resistencia a la compresión, siendo la viruta de eucalipto el material más efectivo llegando a alcanzar un valor mínimo de 28.04 kg/cm<sup>2</sup>, y así respectivamente con el uso de los otros materiales se lograba buen porcentaje de resistencia según los ensayos de flexibilidad y absorción de agua, superando al valor mínimo que se indica en el reglamento. (Carhuanambo, 2016, p.86).

Igualmente, ocurrió con el autor Bolaños Rodríguez realizando su tesis para adquirir el título de ingeniero civil, realizada en la misma universidad, ciudad y año; con su tesis titulada: Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactando con adición de goma de tuna", cuyo objetivo fue mejorar las propiedades mecánicas del adobe y teniendo en cuenta que su elaboración fue con la máquina CINVA. Por lo tanto, se obtuvo como conclusión los siguientes resultados: en el ensayo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 15 % de goma de tuna, tuvo con resultado de 27.56 Kgf/cm<sup>2</sup>. Con el ensayo a flexión, la adición de 10 % de goma de tuna alcanzó la máxima resistencia de 6.81 Kg/cm<sup>2</sup> y en el ensayo de absorción, se obtuvo como resultados en la adición de 5% y 10% de goma de tuna al lograr absorber 12,68%, 14,62% respectivamente. Se concluyó teniendo los resultados favorables en esta investigación, en resistencia a la compresión el 15% de adición con goma de tuna, además en ensayo a la flexión tuvieron buenos resultados en la adición de 10% con goma de tuna y por finalizar el ensayo de absorción se obtuvo resultados favorables con los porcentajes de 5% y 10% obteniendo una absorción de 12.68% y 14.62%. (Bolaños, 2016, p. 73)

Por otro lado, es importante mencionar que existe un proyecto de investigación en el ámbito local muy relacionado al tema, realizado el año 2018 por los autores Flores Chucuya y Paredes Robles, realizando su tesis en la Universidad Nacional del Santa para conseguir el título de Ingeniero Civil, con su tesis titulada: “Mejora de las características físicas y mecánicas del adobe empleando aditivos naturales de la zona – C.P. Cambio Puente y anexos”. El objetivo del trabajo fue utilizar diferentes aditivos naturales de la zona y también diferentes proporciones de adición utilizando ceniza de cascarilla de arroz en 3%, 5% y 8%, cascarilla de arroz en 3%, 6%, 10%, viruta de madera en 2%, 4% y 6%, y posteriormente mezclar la ceniza de cascarilla de arroz y cascarilla de arroz en 2% - 5%, 5% - 8% y 8% - 11% respectivamente.

Los resultados obtenidos con la adición de viruta de madera en un 6% tuvo una mayor duración en la inmersión en agua a diferencia de los aditivos y superando abismalmente al adobe tradicional, obteniendo un tiempo de 21 h 38 min para el adobe con suelo de Cambio Puente mientras para el suelo del Pozo tuvo un tiempo de 19 h 16min. En consecuencia, al ensayo realizado de resistencia a compresión el adobe con adición de 10% de cascarilla de arroz obtuvo el valor más elevado, teniendo el valor de  $33.48 \text{ kgf/cm}^2$  para el suelo de Cambio Puente mientras para el suelo del pozo tuvo un valor de  $30.37 \text{ kgf/cm}^2$ . En el ensayo a tracción tuvo como resultado que la combinación de ceniza de cascarilla de arroz y cascarilla de arroz en la dosificación de 8% - 11% obteniendo una mayor resistencia siendo  $1.44 \text{ kgf/cm}^2$  y  $1.38 \text{ kgf/cm}^2$  empleando el suelo de Cambio Puente y del Pozo respectivamente.

Finalmente, los resultados obtenidos en los diferentes ensayos con diferentes proporciones de adiciones tuvieron resultado favorables, es decir en el ensayo a compresión y tracción de los adobes estabilizados superaron notablemente al valor del adobe tradicional, además la cascarilla de arroz, viruta de madera y la combinación de ceniza y cascarilla de arroz tienen una mayor duración respecto al adobe tradicional. (Flores y Paredes, 2018, p. 76)

Analizando las investigaciones mencionadas, es importante entender las definiciones, propiedades y características, de los materiales que utilizaremos en la presente investigación y también es fundamental saber el conocimiento científico, es decir, el estudio de los métodos y fundamentos que lo respaldan. (Real Academia Española, 2019). Por ello, dichas investigaciones están relacionadas al adobe, que es definido como mezcla de arcilla, arena y agua, el cual puede tener paja, u otro material, teniendo como resultado un bloque macizo de tierra cruda. Además, mencionan diferentes materiales que son agregados a la mezcla del adobe, con el objetivo de mejorar su resistencia y su estabilidad ante la posible presencia de humedad. (Buri, 2015, p. 29)

Por ende, la tierra es el elemento primordial para la elaboración del adobe, porque ahí se encuentran los materiales a utilizar. Por eso, se realizó una excavación en el terreno, pasando un metro de profundidad, para no tener contacto con algunos restos orgánicos y posteriormente extraer el material para determinar la composición del suelo, con la finalidad de asemejarse a los siguientes porcentajes: arcilla de 10 al 20% que actúan como “aglutinante” natural de las partículas de mayor dimensión , mientras los limos de 15 al 25% y arenas de 55 al 70% los cuales actúan como la estructura resistente de las cargas y evitan la posible aparición de fisuras. (Centro de Investigación Hábitat y Energía, CIHE, SI, FADU, UBA, 2006, p.12).

Por ello, es importante mencionar las características y conceptos de los materiales, como la arcilla, siendo un material fundamental del suelo, el cual, al mezclarse con el agua, tiene un comportamiento de plasticidad y al secar resulta ser un material muy resistente útil para la construcción, también son partículas inferiores a dos micras. Los limos son partículas de roca cuyos tamaños están comprendidos entre 0.002 mm y 0.08 mm. La arena es un componente inerte, no cohesivo, clasificado en dos dimensiones por tamaños de partículas: la arena fina se considera de 0.08 mm a 0.50 mm, y mientras la arena gruesa las partículas se consideran de 0.6mm a 4.75 mm. (Norma Técnica Peruana E080, 2017, p.4).

Por esta razón, es importante determinar la clasificación de suelo que se obtiene según el procedimiento del Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS), por esta razón, se realizó una calicata, para extraer material y sea evaluado según los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad y la prueba de límites de consistencia. Dicho material se representó mediante dos letras, la primera letra es el tipo de material según su diámetro, y la segunda letra es la característica del material. (ASTM 2487-93)

Por otro lado, después de conocer las características del suelo, es importante saber si el suelo es apropiado para la elaboración de los adobes, también se debe mencionar que existen diferentes lugares donde se realizan adobe, pero el suelo no es tan apropiado, entonces se ven en la necesidad de incorporar a la mezcla otros materiales como el asfalto, cemento, cal u otros, con la finalidad de mejorar las condiciones de resistencia y durabilidad. Actualmente se viene empleando, muchos tipos de estabilizantes naturales y artificiales, considerando la abundancia del estabilizante en la zona y la facilidad de su accesibilidad, con la finalidad de mejorar las propiedades del adobe y tener un adobe estabilizado. (Flores, 2019, p. 24).

Por ello, las fibras estabilizantes cuando se agregan al adobe, cumplen un rol importante, porque se encargan de controlar el comportamiento de dilatación y contracción durante el fraguado, también desempeñan la función de unir la estructura y volverla flexible ante los movimientos sísmicos que puedan presentarse. Es importante mencionar que la fibra incorporada al adobe debe cumplir las características de estar seco, para evitar que se descomponga y puedan causar algunos cambios en los bloques de adobe. Existen variedades de fibras que pueden ser de origen vegetal, de origen animal y de artificial. (Arteaga, Medina y Gutiérrez, 2011, p. 58).

Por lo tanto, en este caso la fibra que se utilizó, es de origen vegetal, proveniente de la planta del bambú, se sabe que es una especie forestal no maderable milenaria, relacionados de familia gramínea, pertenecen alrededor 1600 especies, se sabe que en américa latina su cultivo es ideal y de fácil desarrollo existiendo 440 especies. En el Perú encontramos menos de 35 especies, la mayor cantidad de

especie de bambú es la *Guadua angustifolia*, que tiene diferentes denominaciones de acuerdo a la zona, en la Costa Norte, Sur y Central es conocida como “Caña de Guayaquil”. (Gonzales, 2005, p .5).

El bambú en nuestro país, está presente en la vida del poblador rural, desde hace muchísimos años, alcanzando su mayor apogeo durante el Virreinato en el siglo XVII, cuando se realizaron las construcciones denominadas “quinchas”, con la finalidad de prevenir los daños que originaban los consecuentes movimientos sísmicos en la vida de los poblados, especialmente en la costa del Océano Pacífico. (Córdova, 2008, p.3). Por ello, se utilizó la fibra del bambú por sus excelentes características y propiedades mecánicas, siendo de gran durabilidad, teniendo una resistencia a la extensión y tenacidad, la cual es un tipo de fibra reciclable, que se obtiene de la pulpa de la caña de Bambú, mediante diferentes procedimientos para su extracción. (Bamboo Technology Network Europe, 2017).

En la actualidad, ya no solo se obtiene la fibra de bambú mediante los procedimientos químicos, los cuales utilizan ácido acético u óxidos, sino que ahora se realizan procedimientos que son de modo ecológico y no contaminante, los cuales se realizan mediante desgarradoras. Por consiguiente, para poder obtener la fibra de bambú existen diferentes métodos que se emplean, pero en esta ocasión utilizaremos el método artesanal por el cual no es necesario recurrir a tratamiento con elementos químicos porque nuestro fin es mantener una cercanía de modo estratégico basado en lograr adquirir un producto ecológico y por supuesto natural. (Guija, Moreno, Trigos, y Tarazona, 2006, p.19)

Por ello , el presente método a utilizar para obtener la fibra esta descrito por los siguientes procesos: En primer lugar es conseguir la materia prima (bambú), para ello se necesitará de la mano de obra de trabajadores; el segundo paso es seleccionar los tallos que serán cortados, posteriormente pasaran por la máquina descortezadora, dicha maquina cuenta con paletas de metal que rotan para ir obteniendo la fibra con el fin de conservar el medio ambiente, el tercer paso es el proceso de lavado donde se ejecutara con una solución anticontaminante los cuales constan de agua con enzimas naturales. Por ello, la solución es la encargada de romper las fibras del bambú, por medio de la extracción de la pulpa; como cuarto

paso es el proceso de secado donde se requerirá de un espacio más ancho en el cual los rayos del sol puedan llegar en su totalidad a las fibras de bambú. Como último paso se podrán calificar las fibras según calidad cuando ya están secadas (después de varias horas antes los rayos del sol), pasan a ser descontaminadas mediante un proceso de cepillado para retirar impurezas que hayan podido quedar en procesos anteriores. Luego de esto, ya estarán listas para trituradas y obtener la fibra. (Guija, Moreno, Trigoso, y Tarazona, 2006, p.20). Por tal motivo, la adición de fibra de bambú en porcentajes en la mezcla del adobe, con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

Por otro lado, es importante mencionar que las propiedades mecánicas, están definidas como propiedades de los sólidos, que se manifiestan cuando se aplica una fuerza, refiriéndose a la capacidad de resistir acciones de cargas o fuerzas, además se describen por el comportamiento mecánico de los materiales, las cuales se miden a través de ensayos. (Pelleg,2013, p. 1). Además, existen diferentes ensayos que son diseñados para representar diferentes tipos de condiciones de cargas, pero en este caso se realizó el ensayo de resistencia a la compresión, que consiste en las propiedades de los materiales, que soporten las diversas fuerzas, hasta que sean destruidas por acción de fuerzas o cargas. (Davim, 2018, p. 3).

Según la Norma Técnica Peruana E.0.80, los ensayos en el laboratorio se miden a través de esfuerzos de rotura mínimos, que se realizan en los cubos de adobes, siguiendo los procedimientos que establece la norma: se elaboran cubos de 0.1 m de arista, se debe tener 6 muestras de cubos como mínimo, luego se elige 4 cubos de los promedios más altos, que deben ser igual o mayor a la siguiente expresión de resistencia:  $f_u=1.0MPa=10.2\text{ kgf/cm}^2$ . (Norma Técnica Peruana E.080, 2017, p.15).

Por otro lado, se evaluó las propiedades físicas del adobe, que se definen al objeto mediante la observación y la medición, sin que afecte o altere su composición, también se relaciona a su comportamiento del material frente a acciones externas. (White, 2012, p. 3). En este caso, se realizaron los ensayos de variación dimensional, absorción y succión, mediante procedimientos descritos en la NTP 399.613 (Unidades de albañilería – Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de

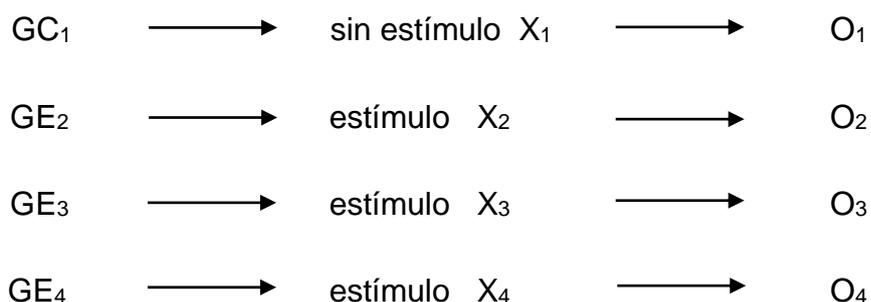
arcilla usados en albañilería), la cual fue adaptado para realizar dichos ensayos con los bloques de adobe. Por ende, respecto al ensayo de variación dimensional se realizó este procedimiento midiendo en cada espécimen (largo, ancho y alto) con la precisión de 1 mm, teniendo como resultando el porcentaje de variación dimensional que existe en cada bloque de adobe. (NTP 399.613,2015). Así mismo, en el ensayo de absorción, se realizó los procedimientos descritos en la NTP 399.613, dicho ensayo consiste en el aumento de la cantidad de masa del material seco, cuando es sumergido al agua durante un tiempo establecido. Finalmente, ocurrió lo mismo en el ensayo de succión, el cual se adaptó a los procedimientos descritos en la NTP 399.613, dicho ensayo consiste, en la sustracción del peso en gramos entre la pesada final y la pesada inicial, es decir es el peso de agua absorbida por el adobe durante un minuto cuando está en contacto con el agua.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada con un enfoque cuantitativo, ya que se analizó datos y parámetros, obteniendo información necesaria para justificar la hipótesis propuesta a través de un análisis numérico y de medición.

El diseño de investigación es experimental, debido a que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: grupos de comparación (grupo de control y grupo experimental) y la equivalencia para los grupos (realización de ensayos bajo las mismas condiciones para ambos grupos de comparación).



Dónde:

GC = Grupo de control

GE = Grupo experimental

X = Tratamiento o estímulo

O = Post-prueba

#### 3.2. Variable y Operacionalización

##### 3.2.1. Variables Dependientes

###### A. Propiedad mecánica

Definición Conceptual: Consiste en las propiedades de los materiales que soportan diversas fuerzas hasta ser destruidas por acción de fuerzas o cargas, además se describen por el comportamiento mecánico de los materiales.

Definición Operacional: Resistencia a la compresión: Según la NTP E 0.80; los cubos de adobe se miden a través de esfuerzo de ruptura mínima teniendo que

resistir y superar la resistencia de  $f_u=1.0\text{Mpa}=10.2\text{kgf/cm}^2$ , sin sufrir alguna rotura en el adobe. Su indicador a trabajar es unidades de  $\text{Kgf/cm}^2$  y su escala de medición es Nominal.

Dimensiones: Ensayo de resistencia a la compresión

Indicador:  $\text{Kgf/cm}^2$

Unidad de medida: Razón

## B. Propiedades físicas

Definición Conceptual: Se definen a un objeto mediante la observación y la medición, sin que afecte o altere su composición, también se relaciona a su comportamiento del material frente a acciones externas.

Variación Dimensional: El procedimiento consiste en medir cada espécimen (largo, ancho y alto) con la precisión de 1 mm. La variación se calcula en porcentaje mediante una fórmula según la NTP 399.613.

Dimensiones: Ensayo de Variación Dimensional.

Indicador: porcentaje.

Unidad de medida: Razón.

Absorción: Es el aumento de la cantidad de masa de un material seco, cuando es sumergido al agua durante un tiempo establecido. En este caso se realizó el ensayo según los procedimientos y requisitos que dicta la Norma Técnica Peruana 399.613.

Dimensiones: Ensayo de Absorción

Indicador: Porcentaje

Unidad de medida: Razón

Succión: Es la sustracción del peso en gramos entre la pesada final y la pesada inicial, es decir es el peso de agua absorbida por el adobe durante un minuto cuando está en contacto con el agua, según Norma Técnica Peruana 399.613

Dimensiones: Ensayo de Succión

Indicador: Porcentaje

Unidad de medida: Razón

### **3.2.2. Variable Independiente**

#### **C. Fibra de Bambú**

Definición Conceptual: La fibra de bambú es un tipo de fibra reciclable, obtenida de la pulpa de la caña de Bambú, además las propiedades mecánicas las fibras de bambú son de gran durabilidad, resistencia a la extensión y tenacidad, conservándose mediante el proceso de extracción. (Bamboo Technology Network Europe, 2017).

Definición Operacional: Emplear el uso de la fibra de bambú triturado y adicionándolo con los porcentajes de 5%, 10% y 15% con la finalidad de estabilizarlo para aumentar la resistencia del adobe tradicional.

Dimensiones: Proporción de la Fibra de Bambú

Indicador: Porcentajes de adición al 5%, 10% y 15% de fibra de bambú a la composición del adobe.

Unidad de Medida: Nominal

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

La población es comprendida como el grupo de objetos o personas, a los que están referidos los resultados de la investigación. (Chávez, p.111)

Por esa razón, está conformada por el conjunto de adobe convencional y el conjunto de adobe con la adición al 5%,10% y 15% de fibra de bambú que se realizaron en el centro poblado Cambio Puente.

#### **3.3.2. Muestra**

En este caso la muestra se resume a un total de 112 bloques de adobe, la cual esta especificada la siguiente lista:

- ✓ 28 unidades del adobe patrón tradicional
- ✓ 28 unidades de adobe con adición de fibra de bambú (5%).
- ✓ 28 unidades de adobe con adición de fibra de bambú (10%).
- ✓ 28 unidades de adobe con adición de fibra de bambú (15%).

### 3.3.3. Muestreo

El dictamen de selección que se utilizó para la determinar la muestra, están basados según las siguientes normas vigentes, que son necesarias emplearlas, porque nos indica el número de muestras como mínimo a utilizar en cada ensayo.

- Norma Técnica Edificación E.080:

En el ensayo de resistencia a la compresión exige realizar mínimo 6 adobes.

- Norma Técnica Peruana 399.613:

En el ensayo de Variación Dimensional exige realizar mínimo 10 adobes.

En el ensayo de Absorción exige realizar mínimo 5 adobes.

En el ensayo de Succión exige realizar mínimo 5 adobes.

Por lo tanto, a criterio de los tesistas basándonos en las normas se decidió realizar las siguientes cantidades de muestras según los ensayos, como está especificado en el cuadro.

	<b>Patrón</b>	<b>5% fibra de bambú</b>	<b>10% fibra de bambú</b>	<b>15% fibra de bambú</b>	<b>UND.</b>
<b>Compresión</b>	6	6	6	6	<b>24</b>
<b>Variación Dimensional</b>	10	10	10	10	<b>40</b>
<b>Absorción</b>	6	6	6	6	<b>24</b>
<b>Succión</b>	6	6	6	6	<b>24</b>
<b>TOTAL</b>					<b>112</b>

**Tabla 1: Unidades de Muestra**

Fuente: Elaboración propia, 2020

### **3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.**

La técnica que se utilizó es de observación, porque se recolecto datos e información relevantes, de los ensayos que se realizaron, obteniendo dicha información de manera visual, la cual fue descrita mediante las fichas de investigación, que están adjuntas en los anexos. Además, los ensayos se realizaron mediante los procedimientos según la normativa vigente del ASTM, NTP E.080 y NTP 399.613, con el fin de obtener resultados óptimos, que aporten confiabilidad.

Respecto a la validez y confiabilidad, se basa a las fichas de investigación, que están aprobadas por el juicio de profesionales (Ingenieros Civiles), mediante su firma, confirmando su validez.

### **3.5. Procedimientos.**

#### **3.5.1. Ubicación y obtención de material**

Se ubicó una pequeña cantera a la entrada del centro poblado Cambio Puente, la cual los pobladores adyacentes la utilizan cada vez que buscan el material adecuado para la elaboración de adobes y por consiguiente cumplió favorablemente con los ensayos de estudios de suelos.

#### **3.5.2. Selección de Tierra**

La NTP E.080 menciona que para la elección de material para adobes el suelo debe contar con presencia de arcilla, por ello la muestra tiene que ser sometida a ensayos de laboratorio y campo. Por ello el tipo de suelo para la fabricación de adobes tiene que respetar los parámetros que indica la Norma E.080 conformado por arcillas (10%-20%), limos (15%-25%) y arena (55%-77%), evitando por completo materias extrañas y los suelos orgánicos, ya que pueden alterar los resultados de resistencia a la compresión. (Norma NTE E. 080, 2017).

#### **3.5.3. Ensayos de Campo**

Para garantizar que se va trabajar con el material apropiado para la elaboración de los adobes se ejecutó las siguientes pruebas según la Norma E. 080:

- Prueba de la “Cinta de barro”

Según el procedimiento del Anexo N°01 de la Norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, se continuó a tomar un poco del material húmedo para luego formar un rollo de 12mm de diámetro aproximadamente, Cumpliendo con los indicadores según la Norma el rollo se fraccionó a los 11.3 cm lo cual indica que tiene contiene la proporción apropiada de arcilla y arena.

- Prueba de Resistencia Seca.

Según el procedimiento del Anexo N°02 de la Norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, se moja la tierra para luego formar cuatro bolitas de aproximadamente 2cm de diámetro lo más uniforme posible, luego se deja secar las bolitas por 48 horas sin tener contacto con alguna humedad; después del secado se presiona fuertemente con los dedos índice y pulgar teniendo como resultado positivo ya que todas las bolitas quedaron intactas y sin fisuras.

- Prueba de Contenido de Humedad.

Según el procedimiento del Anexo N°03 de la Norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, se forma una bolita con tierra de la zona de aproximadamente 3.5 de diámetro la cual se tiene que soltar desde 1.10mts. De altura como mínimo teniendo un resultado favorable ya que la bolita se rompió en 7 pedazos cumpliendo con los parámetros de humedad apropiada.

#### **3.5.4. Preparación de materiales**

- Preparación de la tierra

Se llevó el material de la cantera hacia el área donde se elaboró el adobe, luego se tuvo que seleccionar la tierra, retirando las piedras y elementos extraños (restos orgánicos), seguidamente se humedeció la tierra por dos días. Así mismo, se fue preparando la zona para el secado o desmoldado, que tiene que estar limpia, la cual se hizo una capa de arena, para que los adobes no se peguen.

Posteriormente, en el mezclado de la tierra, se realizó con la ayuda de un maestro especializado en realizar adobes, que tuvo que estar apisonando la mezcla con sus extremidades inferiores por 30 minutos en 3 oportunidades, teniendo de ayuda una palana.

- **Preparación de la Fibra de Bambú**

Se compró 12 cañas de bambú de 7 metros cortando la cascara externa de la caña hasta dejar solo la parte interna llamada pulpa, después de obtener la pulpa se cortó en tiras pequeñas y delgadas con la ayuda de una cortadora eléctrica con el fin de eliminar los nudos. Seguidamente se trituraron los pedazos de pulpa con la ayuda de un martillo para luego sumergirlo en agua durante un tiempo de 24 horas, luego se raspo con un peine de puntas metálicas obteniendo la fibra del bambú. Por último, fue expuesto al secado durante 24 horas (temperatura de ambiente) obteniendo la fibra del bambú con unas medidas entre 10 cm y 15 cm aproximadamente.

### **3.5.5. Ensayos para la identificación de Suelo**

#### **A. Análisis Granulométrico**

Se llevó la muestra hermetizada de campo al laboratorio de mecánica de suelos para su análisis y se realizó el cuarteo del material total, también se tomó una muestra representativa de ella, la cual se ingresó al horno para su secado a una temperatura a 60° C, por ser una muestra cohesiva, durante un periodo de 24 horas. Una vez verificada el secado de la muestra, se retiró del horno, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se cuarteo para tener una muestra con un peso de 840 gr. Seguidamente la muestra se tamizo por la malla N°4 para separar el agregado grueso del agregado fino, observando que todo el material en su totalidad pasa por la malla en mención. Por lo tanto, del material pasante se tomó una muestra representativa (fracción) de 200 gr, para tamizarlo por la malla N°200 por el método de lavado con agua y tener un porcentaje de finos más exacto. Además, el material retenido en la malla N°200 se separó para su secado y tamizado por las mallas N°04 colocando las demás que siguen hasta la cazoleta. Posteriormente, se registró el material retenido en cada malla para determinar el porcentaje pasante en cada una de ellas que nos servirá para su clasificación.

## **B. Contenido de Humedad**

Se cuarteo la muestra y se eligió dos partes de ella, enseguida se pesó la muestra húmeda (P.S.H = 915.0 gr) y se ingresó al horno a una temperatura de 60°C durante 24 horas. Luego se retiró la muestra del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente y se pesó la muestra seca (P.S.S = 845.0 gr)

Posteriormente, se fue apuntando todos los resultados de los diferentes pesos de cada muestra, para luego seguir el procedimiento y reemplazarlos según con la fórmula establecida en ASTM D 2216, para obtener el contenido de humedad.

## **C. Límite de Consistencia**

- Límite líquido

Se utilizó 3 tarros con diferentes nombres para poder identificarlos (4, 10 ,1) y se tomó una muestra seca, la cual fue tamizada por la malla N°40, seguidamente la muestra pasante es la que se utilizará para la realización del ensayo.

La muestra obtenida se le adiciono agua destilada, en pequeñas proporciones hasta que consiguió una mezcla pastosa y amasable para su colocación en la copa casa grande, después se acomodó la muestra y con el ranurador se hizo un corte en el medio de aproximadamente 1 cm de abertura, luego se procedió a tratar de unir la muestra con golpes de la copa sobre su base; resultando realizar los tres ensayos con muestras diferentes de contenido de humedad a 17, 24 y 35 golpes respectivamente , enseguida se registró el peso de cada muestra de ensayo (suelo húmedo) y se colocaron los tarros en el horno a 60°C por 24 horas ,después se retiró la muestra del horno y se registró el pesó.

Finalmente, se fue apuntando todos los resultados de los diferentes pesos de cada muestra, para luego seguir el procedimiento y reemplazarlos según con la fórmula establecida en la norma ASTM D 4318.

- Límite plástico

Se utilizó 2 tarros con diferentes nombres para poder identificarlos (1, 2), luego se tomó una muestra que se realizó en el ensayo de límite líquido, después se elaboró bolitas las cuales fueron rotadas con las manos hasta poder formar tiras o rollitos de 3 mm de diámetro y cuando los rollitos se quebraron o presentaron alguna rajadura, enseguida fueron colocados en los tarros y fueron pesados para después

colocarlos al horno a una temperatura de 60°C por 24 horas , después se retiró la muestra del horno y se registró el peso.

Finalmente, se fue apuntando todos los resultados de los diferentes pesos de cada muestra, para luego seguir el procedimiento y reemplazarlos según con la fórmula establecida en la norma ASTM D 4318.

- Índice Plástico

El índice plástico se realizó con los resultados obtenidos en los ensayos del límite líquido y límite plástico, los cuales que fueron reemplazados por la siguiente fórmula establecida en la norma ASTM D 4318.

Índice Plástico = (Límite líquido – límite plástico) = 33.4 % - 23.2% = 10.2%

### **3.5.6. Clasificación del suelo**

Se clasificó según el Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS), el cual está relacionado a la interpretación de los resultados en los ensayos realizados de análisis granulométrico y la prueba de límites de consistencia.

Por ello, se analizó el porcentaje que pasa por el tamiz N°200, con un resultado de 36.4 %, eso quiere decir nuestro suelo se define como suelo grueso. Luego, se evaluó el porcentaje que pasa el tamiz N°4, teniendo el resultado de 100% que pasa, eso quiere que se define como arena. Por ese motivo, se analizó nuevamente el porcentaje que pasa el tamiz #200, para saber el porcentaje de finos que tiene la muestra, teniendo como resultado que 36.4%, eso quiere decir que porcentaje de finos es mayor al 12%. Finalmente, con los resultados del límite líquido e índice plástico ubicamos el punto de intersección en el plano cartesiano de la carta de plasticidad, con la finalidad de identificar la clase de suelo. (ASTM D 2487-93)

### **3.5.7. Diseño de molde para bloques de adobe**

De acuerdo a lo establecido la Norma E.080 en el Artículo 18 (Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe), indica que son de formas cuadradas y rectangulares, considerando que para los adobes cuadrados no debe pasar los 40cm de ancho, por motivos de peso, mientras en los adobes con forma rectangular su largo tiene que ser dos veces su ancho y la altura debe tener un promedio entre 8 a 12 centímetros. Por lo tanto, por decisiones de los tesisistas los adobes

elaborados fueron de forma rectangular, por esa razón las medidas de los moldes de adobe que se realizaron fueron: 36 cm de largo, 18 cm de ancho y 9 cm de altura. Así mismo, se debe mencionar que para el ensayo de Resistencia a la Compresión, según la norma E.080 nos exige que la forma del adobe a ensayar debe ser en cubos de 10 cm de arista. Por esa razón, se realizó otro molde de forma de cubo de 10 cm de arista. (Bolaños Rodríguez, 2016, p. 41).

### **3.5.8. Elaboración de bloques de adobe**

#### **A. Adobe Patrón**

Para la elaboración del adobe patrón, se realizó una cierta cantidad de mezcla de tierra, teniéndola como referencia, para la elaboración de los bloques de adobe con adición de fibra de bambú en 5%, 10%, 15%.

Respecto a dicha mezcla se desarrollaron los primeros 28 bloques de adobe patrón, con la finalidad de tener como referencia los resultados de los ensayos y luego compararlos con los resultados de los bloques de adobe con adición de fibra de bambú y también para obtener el peso promedio general de cada adobe, para después hallar su 5%,10% ,15% y tener como resultado el peso adición de fibra de bambú. Por esa razón, se apuntó los pesos de cada adobe antes de ser llevados al laboratorio para obtener el peso promedio, los cuales están descritos en la tabla de peso promedio de los bloques de adobe patrón ubicado en el anexo 5.

#### **B. Adobe con adición de 5%, 10% y 15% de fibra de bambú**

Se realizaron 84 bloques adobes con diferentes proporciones de adición de fibra de bambú, las cuales 28 bloques de adobe se utilizaron en 5%, 10% y 15% .

- Dosificación de la fibra de bambú

Con respecto al peso de la adición fibra de bambú, se obtuvo el promedio del peso de cada adobe patrón según sus ensayos y luego, se halló su 5%,10%,15% para obtener el peso de la fibra de bambú por unidad en cada bloque de adobe, después se multiplico por la cantidad de adobe que hay en cada ensayo y por finalizar, dicha cantidad de fibra de bambú se agregó a la mezcla para la elaboración del adobe. Dichos pesos están descritos en tablas individuales en el anexo 6 de la presenta investigación.

### **3.5.9. Ensayos de laboratorio**

#### **A. Resistencia a la Compresión.**

Se realizaron cubos de adobe de arista de 10cm según indica la NTP E.080, luego fueron llevados al laboratorio y ubicados en la prensa hidráulica. Finalmente, se apuntó en una hoja el resultado de la resistencia del adobe, cuando se observaba que ya existía alguna rajadura o rotura en el adobe, durante el proceso.

#### **B. Variación Dimensional**

Se realizaron 40 bloques de adobe, los cuales fueron llevados al laboratorio. Luego fueron medidos por una regla metálica de 30 cm y otros con una wincha. Después se apuntó las medidas individuales del ancho, altura y longitud de cada adobe, desde el punto medio de los bordes que limitan las caras. Así mismo, con los apuntes realizados en cada adobe se obtuvo un promedio de las medidas (ancho, altura y longitud) y luego se aplicó una fórmula establecida en la NTP 399.613 para hallar el porcentaje de variación dimensional. (Briceño y Marcos, 2019, p. 48)

#### **C. Absorción**

Se realizaron 24 bloques de adobe, los cuales fueron llevados al laboratorio y se apuntó el peso de cada adobe seco y luego fueron sumergidos por 24 h en una tina con agua y posteriormente fueron sacados para ser pesados. Así mismo, este ensayo se adaptó para los bloques de adobe siguiendo la fórmula establecida en la NTP 399.613 y finalmente hallar el porcentaje de absorción. (Cabrera y Huaynate, 2010, p. 31)

#### **D. Succión**

Se realizaron 24 bloques de adobe, los cuales fueron llevados al laboratorio y fueron pesados para ser colocados cada uno en una bandeja plana metálica, sobre dos varillas de fierro como soporte, teniendo como altura 3mm. Así mismo, se controló el tiempo de cada muestra de adobe sumergido por 1 min y posteriormente se sacaron los adobes y fueron pesados. Así mismo, este ensayo se adaptó para los bloques de adobe siguiendo la fórmula establecida en la NTP 399.613, para finalmente hallar el porcentaje de succión. (Cabrera y Huaynate, 2010, p. 37)

### 3.6. Método de análisis de datos.

La recolección de datos se realizó mediante el software de Microsoft Excel, mediante un análisis de varianza (ANOVA), generando cuadros estadísticos, gráficos, tablas con su respectiva interpretación para poder comprobar la hipótesis.

### 3.7. Aspectos éticos.

Se realizaron mediante ensayos, respetando y cumpliendo los parámetros indicados en las normas E.080, NTP 399.613 y ASTM. Considerando como prioridad la responsabilidad de la autenticidad de los resultados, además el respeto por la propiedad intelectual, sin tener la necesidad de modificar los resultados, asumiendo un comportamiento sincero y honesto en la recopilación de datos para la investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Ensayos para la identificación de Suelo

#### a) Análisis granulométrico

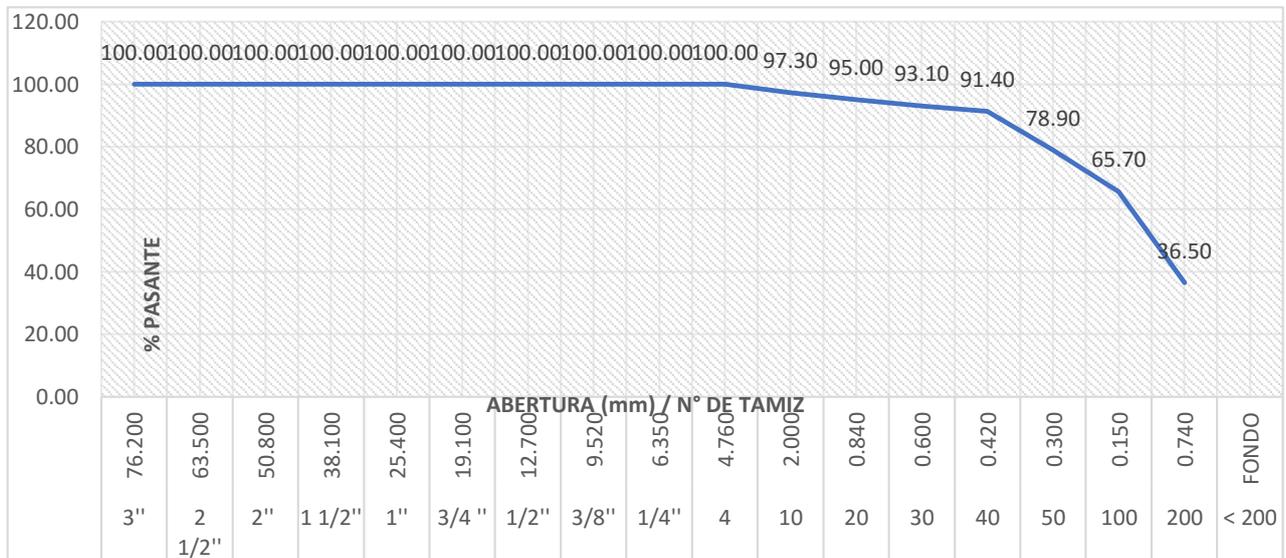
Tabla 2: Granulometría

Tamiz	Abertura Mm.	Peso Ret. Parcial	Peso Ret.	% Retenido Parcial	% Retenido Acum.	% Pasante
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	20.31	23.03	2.70	2.70	97.30

20	0.840	17.5	19.85	2.30	5.10	95.00
30	0.600	14.29	16.21	1.90	6.90	93.10
40	0.420	12.47	14.14	1.70	8.60	91.40
50	0.300	93.16	105.66	12.50	21.10	78.90
100	0.150	98.41	111.61	13.20	34.30	65.70
200	0.740	217.60	246.79	29.20	63.50	36.40
< 200	FONDO	271.30	307.7	36.40	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°01: Curva Granulométrica**



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla de granulometría, se obtuvo:

- El tamiz N° 04 tiene como pasante el 100% de muestra
- El Tamiz N° 200 tiene como pasante el 36.40% de muestra

**b) Contenido de Humedad**

De acuerdo a la tabla, El contenido de humedad de la muestra es de 8.30%.

**Tabla 3: Contenido de humedad**

Tara N°	04
Peso de tara (g)	-
Suelo húmedo (g)	915.0
Suelo seco (g)	845.0
Peso del agua (g)	70.0
Humedad (%)	8.3%

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla, el contenido de humedad es de 8.3%. Por lo tanto señala que la muestra manifiesta la cohesión para la adherencia apta para la elaboración de los bloques de adobe.

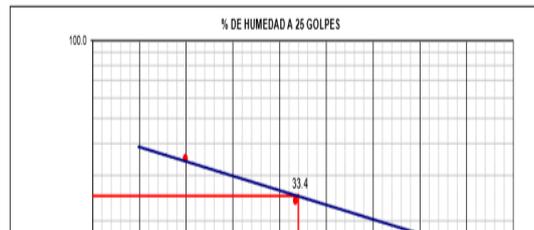
### c) Límites de consistencia

**Tabla 4: Límites de Consistencia**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	ASTM D-4318 / NTP 339.129			ASTM D-4318 / NTP 339.129	
Tarro N°	4	10	1	1	2
N° De Golpes	17	24	35	-	-
Peso De Tarro (G)	21.7	14.3	22.03	9.37	9.77
Tarro + Peso Suelo Húmedo (G)	31.87	23.9	29.26	12.39	13.07
<b>INGRESO AL HORNO ( 60 % )</b>					
Tarro + Peso Suelo Seco (G)	29.15	21.5	27.55	11.82	12.45
Peso Del Agua (G)	2.72	2.4	1.71	0.57	0.62
Peso Del Suelo Seco (G)	7.45	7.2	5.52	2.45	2.68
Humedad (%)	36.51%	33.33%	30.98%	23.27%	23.13%
Límites (%)	33.41%			23.20%	
Índice De Plasticidad (%)	10.2%				

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°02: % de humedad a 25 golpes**



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla, se obtuvo como resultado que el índice de plasticidad es de 10.2%. Por lo tanto, para determinar las características del suelo se utilizó la carta de plasticidad.

#### d) Clasificación de Suelo

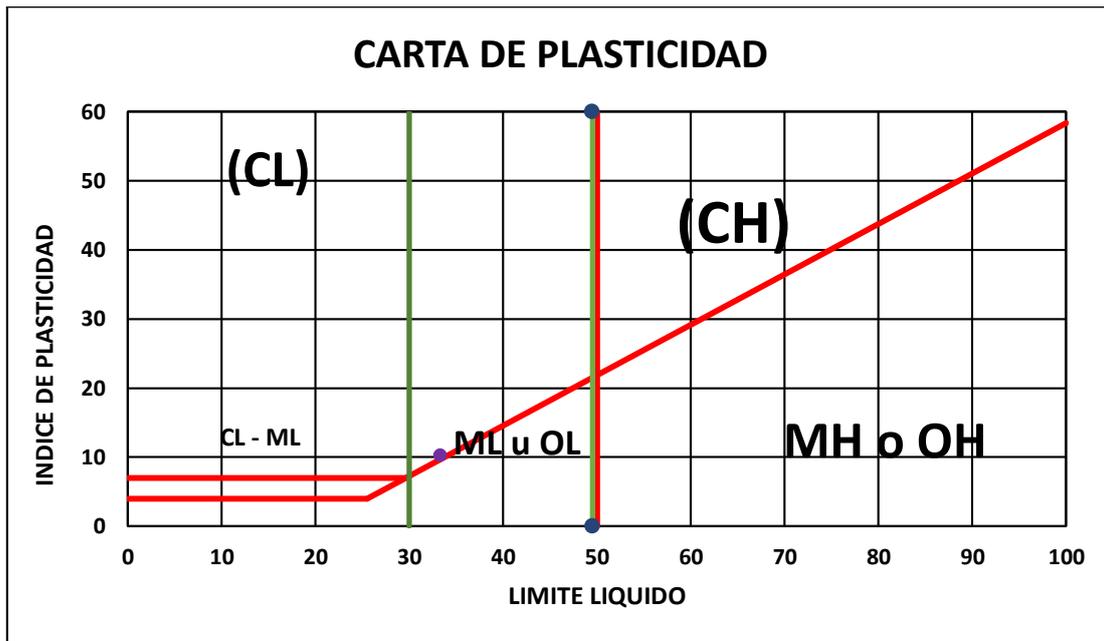
Según la clasificación SUCCS, el tipo de suelo es "SC – Arena Arcillosa".

**Tabla 5: Granulometría**

CALICATA : 01		MUESTRA : 01					PROF. (m) : 0.00 - 1.50			
TAMIZ	ABERTURA mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% PASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Total (Gr)		845.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Material <#04 (Gr)		845.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso De Fracción (Gr)		745.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido (Gr)		33.40	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plástico (Gr)		23.20	
3/4 "	19.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice De Plasticidad (%)		10.20	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación Aashto		A - 4 (0)	
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación Succs		SC	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				
4	4.760	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				
10	2.000	20.31	23.03	2.70	2.70	97.30	MALLA # 200		36.40%	
20	0.840	17.5	19.85	2.30	5.00	95.00	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S.	% HUMED.
30	0.600	14.29	16.21	1.90	6.90	93.10	915.00	845.00	8.3%	
40	0.420	12.47	14.14	1.70	8.60	91.40	Observaciones :			
50	0.300	93.16	105.66	12.50	21.10	78.90	Grava (%)		0	
100	0.150	98.41	111.61	13.20	34.30	65.70	Arena (%)		63.59	
200	0.740	217.60	246.79	29.20	63.50	36.50	Finos (%)		36.41	
< 200	FONDO	271.30	307.7	36.40	99.90					
FRACCION TOTAL		745.0					Coef. Uniformidad		3.3517	
		745					Coef. Curvatura		0.79	
DESCRIPCION DEL SUELO :				ARENA ARCILLOSA						

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°03: Clasificación de suelo



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al (SUCS), según los resultados del análisis granulométrico se definen como un tipo de suelo **SC**; es decir "Arena Arcillosa", y por otro lado la carta de plasticidad, según los resultados de los límites de consistencia, el suelo se define, "ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD", eso quiere decir que en el terreno es favorable para la elaboración de adobes.

## 4.2. Ensayos a los bloques de adobe

### a) Ensayo de Resistencia a la compresión

**Tabla 6: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón**

IDENTIFICACION Y CARACTERÍSTICAS DE PROBETA					ENSAYO DE ROTURA			
Ítem	Muestra	Área (Cm)	Peso (Kg)	P.U. (Kg/M3)	Carga Max (Kgf)	F`Ce (Kgf/Cm2)	Norma E 080 2017 (Kgf/Cm2)	Comparación (%)
1	Adobe Patrón	109	1695	1.784	1171.539	10.7	10.2	105.18
2		109	1754	1.89	1122.299	10.3		100.76
3		105	1628	1.845	1171.539	11.2		109.32
4		109	1688	1.797	1063.01	9.7		95.44
5		106	1690	1.831	1186.613	11.2		109.67
6		108	1702	1.851	1030.853	9.5		93.45
<b>PROMEDIO</b>						<b>10.4</b>		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón con 5% de adición de Fibra de Bambú**

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE PROBETA					ENSAYO DE ROTURA			
Ítem	Muestra	Área (Cm)	Peso (Kg)	P.U. (Kg/M3)	Carga Max (Kgf)	F`Ce (Kgf/Cm2)	Norma E 080 2017 (Kgf/Cm2)	Comparación (%)
1	Patrón + 5% de adición de fibra de bambú	101	1703	1.746	1684.038	16.7	10.2	163.34
2		101	1785	1.74	1713.18	17		166.98
3		99	1695	1.696	1768.45	17.9		175.16
4		97	1725	1.815	1643.842	16.9		166.15
5		100	1733	1.733	1510.19	15.1		148.07
6		100	1699	1.717	1745.337	17.5		171.18
<b>PROMEDIO</b>						<b>16.85</b>		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón con 10% de adición de Fibra de Bambú**

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS. DE PROBETA					ENSAYO DE ROTURA			
Ítem	Muestra	Área (Cm)	Peso (Kg)	P.U. (Kg/M3)	Carga Max (Kgf)	F`Ce (Kgf/Cm2)	Norma E 080 2017 (Kgf/Cm2)	Comparación (%)
1	Patrón + 10% de adición de fibra de bambú	101	1731	1.697	2377.419	23.6	10.2	231
2		100	1710	1.639	2002.591	19.9		195.55
3		101	1698	1.633	1988.523	19.7		193.06
4		101	1702	1.668	2298.032	22.8		223.07
5		101	1692	1.709	2053.841	20.3		199.36
6		100	1654	1.638	2146.292	21.5		210.51
				<b>PROMEDIO</b>		<b>21.3</b>		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9: Datos del ensayo de Resistencia a la compresión en adobe patrón con 15% de adición de Fibra de Bambú**

IDENTIFICACION Y CARACTERÍSTICAS. DE PROBETA					ENSAYO DE ROTURA			
Ítem	Muestra	Área (Cm)	Peso (Kg)	P.U. (Kg/M3)	Carga Max (Kgf)	F`Ce (Kgf/Cm2)	Norma E 080 2017 (Kgf/Cm2)	Comparación (%)
1	Patrón + 15% de adición de fibra de bambú	102	1660	1.669	1732.273	17	10.2	166.49
2		103	1642	1.578	1891.047	18.4		179.96
3		100	1656	1.644	1992.542	19.9		194.96
4		101	1611	1.629	1934.258	19.2		187.87
5		103	1701	1.668	1800.606	17.5		171.36
6		102	1692	1.626	2097.052	20.6		201.56
				<b>PROMEDIO</b>		<b>18.77</b>		

Fuente: Elaboración Propia

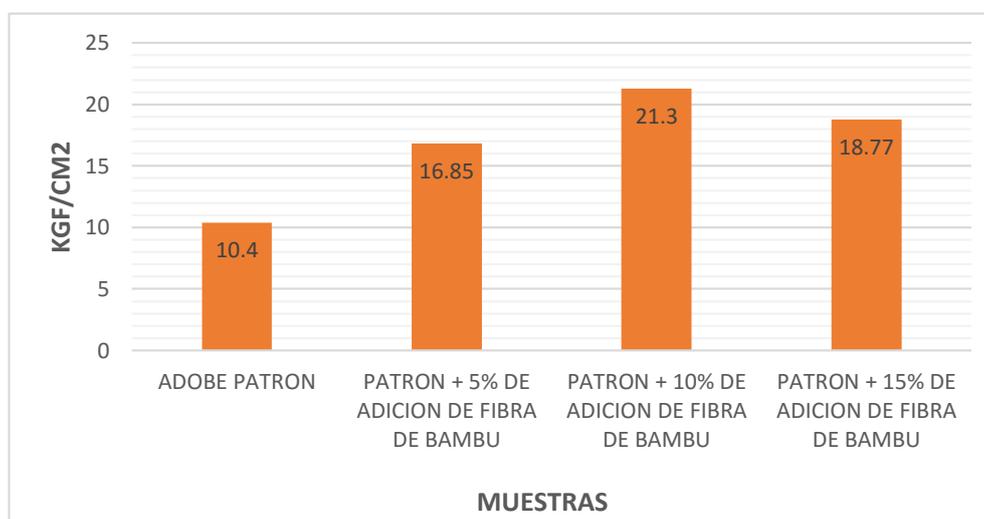
Tabla Resumen:

**Tabla 10: Cuadro comparativo de Resistencia a la Compresión en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú**

MUESTRAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
Adobe Patrón	10.4
Patrón + 5% De Adición De Fibra De Bambú	16.85
Patrón + 10% De Adición De Fibra De Bambú	21.3
Patrón + 15% De Adición De Fibra De Bambú	18.77

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°04: Resultados de Resistencia a la Compresión**



Fuente: Elaboración propia

Según la tabla resumen, la Norma E 080 indica que la Resistencia mínima es de 10.2 kgf/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, el promedio del adobe patrón superó por muy poco con una resistencia de 10.4kgf/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes con adición de fibra de bambú los resultados fueron favorables siendo la muestra de adobes con adición de 10% de fibra de bambú el más resistente con un promedio de 21.3kgf/cm<sup>2</sup>.

Tabla Resumen de Análisis de Varianza:

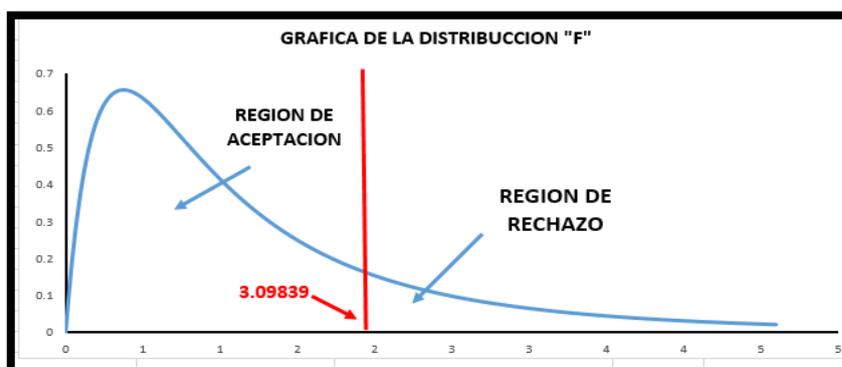
**Tabla 11: Resumen de Análisis de Varianza**

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA
Patrón + 15% F.B.	6	62.6	10.43333333	0.53466667
Patrón + 10% F.B.	6	101.1	16.85	0.927
Patrón + 5% F.B.	6	127.8	21.3	2.62
Patrón	6	112.6	18.76666667	1.93866667

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	387.8945833	3	129.2981944	<b>85.9076</b>	1.341820753	<b>3.09839</b>
Dentro de los grupos	30.10166667	20	1.505083333			
Total	417.99625	23				

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°05: Gráfica de las Distribución F para Resistencia a la compresión**



Fuente: Elaboración Propia

Para el ensayo de Resistencia a la compresión se obtuvo como valor de 85.9076 en "F", siendo este valor mayor que el valor crítico para "F" de 3.09839. Por ello la Hipótesis nula se RECHAZA porque al menos un grupo promedio del ensayo de Resistencia a la compresión es distinto, con una confiabilidad del 95%. (UNAM, Análisis de Varianza", 2016, p. 4)

b) Absorción

**Tabla 12: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón**

MUESTRA N°	PESO INICIAL (Gr)	PESO FINAL (Gr)	TIEMPO INCIO	TIEMPO FINAL	TIEMPO PROMEDIO	DURACIÓN SUMERSIÓN PROMEDIO	OBSERVACIÓN	ABSORCIÓN (%)
1	10812	--	14:25	15:11	00:46	00:48 (hh.mm)	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	10725	--	14:23	15:13	00:50			--
3	10698	--	14:20	16:16	00:56			--
4	10563	--	14:20	15:18	00:58			--
5	10854	--	14:22	15:02	00:40			--
6	10843	--	14:24	15:06	00:42			--

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón con adición de 5% de fibra de bambú**

MUESTRA N°	PESO INICIAL (GR)	PESO FINAL (GR)	TIEMPO INCIO	TIEMPO FINAL	TIEMPO PROMEDIO	DURACIÓN SUMERSIÓN PROMEDIO	OBSERVACIÓN	ABSORCIÓN (%)
1	9257	--	09:25	10:43	01:18	01:23 (hh.mm)	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	9736	--	09:25	11:02	01:37			--
3	9579	--	09:25	10:35	01:10			--
4	9511	--	09:22	10:35	01:13			--
5	9598	--	09:25	10:55	01:30			--
6	9654	--	09:25	11:00	01:35			--

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 14: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón con adición de 10% de fibra de bambú**

MUESTRA N°	PESO INICIAL (GR)	PESO FINAL (GR)	TIEMPO INICIO	TIEMPO FINAL	TIEMPO PROMEDIO	DURACIÓN SUMERSIÓN PROMEDIO	OBSERVACIÓN	ABSORCIÓN (%)
1	9845	--	09:35	11:46	02:11	02:12 (hh.mm)	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	9730	--	09:36	11:50	02:14			--
3	9665	--	09:40	11:52	02:12			--
4	9678	--	09:42	11:54	02:12			--
5	9850	--	09:38	11:51	02:13			--
6	9728	--	09:40	11:53	02:13			--

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15: Datos del ensayo de Absorción en adobe patrón con adición de 15% de fibra de bambú**

MUESTRA N°	PESO INICIAL (GR)	PESO FINAL (GR)	TIEMPO INICIO	TIEMPO FINAL	TIEMPO PROMEDIO	DURACIÓN SUMERSIÓN PROMEDIO	OBSERVACIÓN	ABSORCIÓN (%)
1	9431	--	13:15	14:25	03:10	03:09 (hh.mm)	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	9754	--	13:20	14:21	03:01			--
3	9352	--	13:17	14:28	03:11			--
4	9505	--	13:21	14:31	03:10			--
5	9677	--	13:18	14:33	03:15			--
6	9599	--	13:19	14:30	03:11			--

Fuente: Elaboración Propia

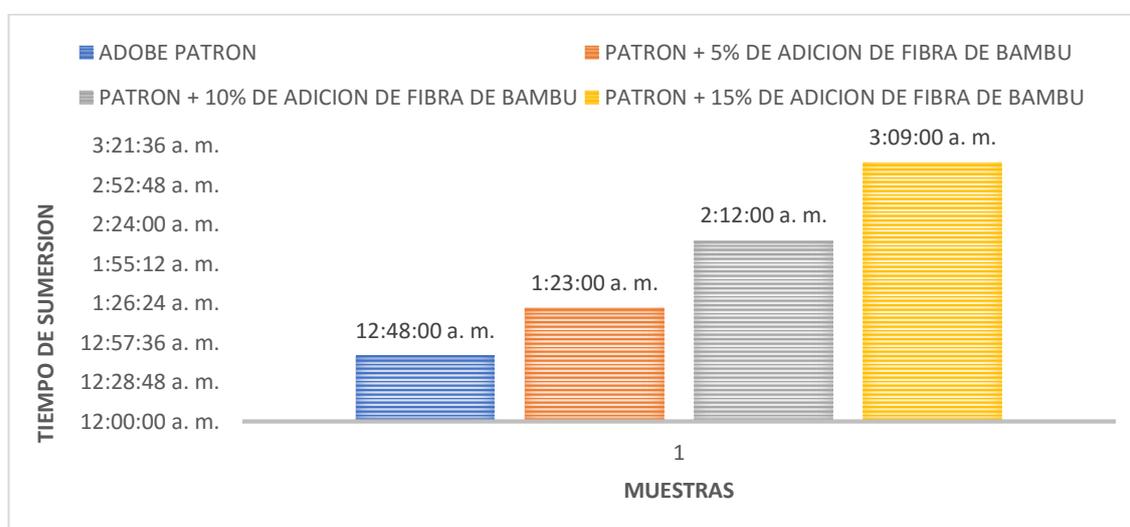
Tabla Resumen:

**Tabla 16: Cuadro comparativo del ensayo de Absorción en base al tiempo de sumersión promedio en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú**

MUESTRAS	TIEMPO DE SUMERSIÓN PROMEDIO (hh.mm)
Adobe Patrón	00:48:00
Patrón + 5% De Adición De Fibra De Bambú	01:23:00
Patrón + 10% De Adición De Fibra De Bambú	02:12:00
Patrón + 15% De Adición De Fibra De Bambú	03:09:00

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°06: Resultados de Absorción en base al tiempo de sumersión promedio**



Fuente: Elaboración Propia

Para el ensayo de absorción, los bloques de adobe se adoptaron según la NTP 399.613 teniendo como resultado una secuencia ascendente desde la muestra de adobe patrón hasta la muestra de adobe con adición de 15% de fibra de bambú referente al tiempo promedio sumergido controlado, destacando que la fibra de bambú ayudo una mayor adherencia de los bloques de adobe.

Tabla resumen de Análisis de Varianza:

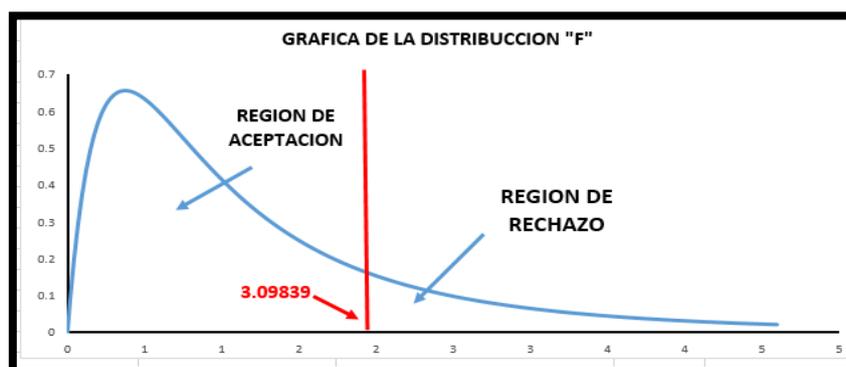
**Tabla 17: Resumen de análisis de varianza para ensayo de Absorción**

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA
Patrón + 15% F.B.	6	30.96666667	5.161111111	0.005962963
Patrón + 10% F.B.	6	21.25	3.541666667	0.000305556
Patrón + 5% F.B.	6	15.21666667	2.536111111	0.659984568
Patrón	6	4.866666667	0.811111111	0.014962963

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	59.81763889	3	19.93921296	<b>117.08011</b>	7.431232785	<b>3.0983912</b>
Dentro de los grupos	3.406080247	20	0.170304012			
<b>TOTAL</b>	<b>63.22371914</b>	<b>23</b>				

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°07: Grafica de las Distribución F para Absorción**



Fuente: Elaboración Propia

Para el ensayo de Absorción se obtuvo como valor de 117.08011 en "F", siendo este valor mayor que el valor crítico para "F" de 3.09839. Por ello la Hipótesis nula se RECHAZA porque al menos un grupo promedio del ensayo de Absorción es distinto, con una confiabilidad del 95%. (UNAM, Análisis de Varianza", 2016, p. 4)

c) Succión

**Tabla 18: Registro de datos del ensayo de Succión en adobe patrón**

MUESTRA N <sup>a</sup>	AREA (CM2)	PSEC (GR)	PSUC (GR)	PAAB (GR)	NORMA E070	SUCCIÓN (GR/MIN/200CM2-MIN)
1	693.7	11917	11851	-66	Debe encontrarse entre los 10 y 20 gr/(200cm2-min)	--
2	671.5	13489	13298	-191		--
3	688.2	12569	12421	-148		--
4	680.8	12730	12689	-41		--
5	660.5	12954	12854	100		--
6	662.3	13003	12901	102		--

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19: Datos del ensayo de Succión en adobe patrón con adición de 5% de fibra de bambú**

MUESTRA N <sup>a</sup>	AREA (CM2)	PSEC (GR)	PSUC (GR)	PAAB (GR)	NORMA E070	SUCCIÓN (GR/MIN/200CM2-MIN)
1	648	9257	9265	8	Debe encontrarse entre los 10 y 20 gr/(200cm2-min)	2.5
2	666.1	10131	10120	-11		-3.3
3	642.6	9579	9590	11		3.4
4	631.9	9598	9609	11		3.5
5	651.6	9603	9609	6		1.8
6	646.2	9455	9451	-4		-1.2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20: Datos del ensayo de Succión en adobe patrón con adición de 10% de fibra de bambú**

MUESTRA N <sup>a</sup>	AREA (cm <sup>2</sup> )	PSEC (gr)	PSUC (gr)	PAAB (gr)	NORMA E070	SUCCIÓN (gr/min/200cm <sup>2</sup> -min)
1	657	10000	9991	-9	Debe encontrarse entre los 10 y 20 gr/(200cm <sup>2</sup> -min)	-2.7
2	651.6	9844	9831	-13		-4
3	660.7	9730	9762	32		9.7
4	651.6	9665	9689	24		7.4
5	655.2	9849	9867	18		5.5
6	651.6	10028	10042	14		4.3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21: Datos del ensayo de Succión en adobe patrón con adición de 15% de fibra de bambú**

MUESTRA N <sup>a</sup>	AREA (cm <sup>2</sup> )	PSEC (gr)	PSUC (gr)	PAAB (gr)	NORMA E070	SUCCIÓN (gr/min/200cm <sup>2</sup> -min)
1	653.4	9431	9471	40	Debe encontrarse entre los 10 y 20 gr/(200cm <sup>2</sup> -min)	12.2
2	653.4	9954	9940	-14		-4.3
3	664.3	9352	9358	6		1.8
4	660.7	9677	9689	12		3.6
5	662.5	9547	9586	39		11.8
6	657	9623	9645	22		6.7

Fuente: Elaboración Propia

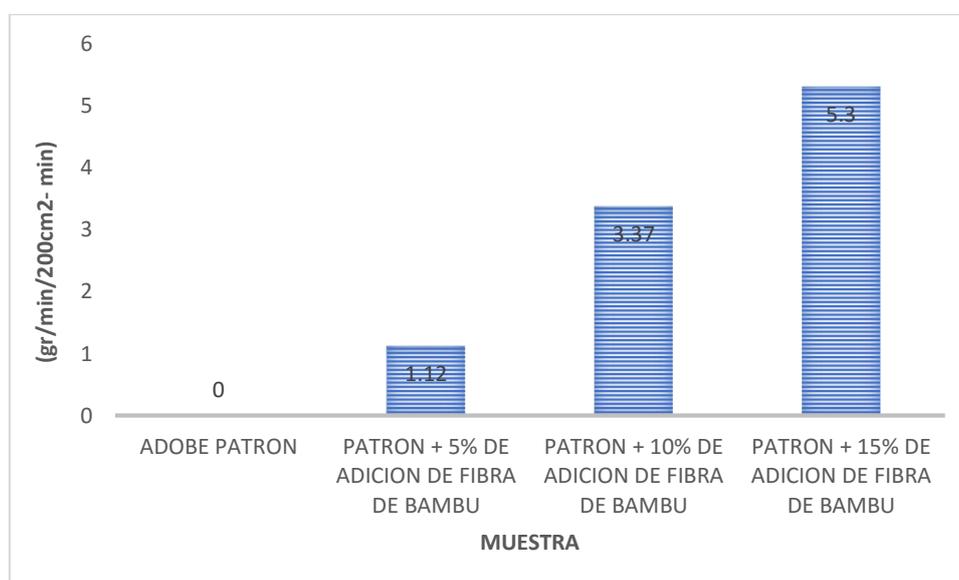
Tabla Resumen:

**Tabla 22: Cuadro comparativo del ensayo de Succión en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú**

MUESTRAS	dV(%) LARGO prom.	dV(%) ANCHO prom.	dV(%) ALTURA Prom.
Adobe Patrón	1	2	3
Patrón + 5% De Adición De Fibra De Bambú	0	2	5
Patrón + 10% De Adición De Fibra De Bambú	0	1	4
Patrón + 15% De Adición De Fibra De Bambú	0	1	3

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°08: Resultados de Succión**



Fuente: Elaboración Propia

Para el ensayo de succión, los bloques de adobe se adoptaron según la NTP 399.613 teniendo como resultado una mejora en el promedio de succión de las muestras bloques de adobe con adiciones de fibra de bambú referente al promedio de succión del adobe patrón.

Tabla resumen de Análisis de Varianza:

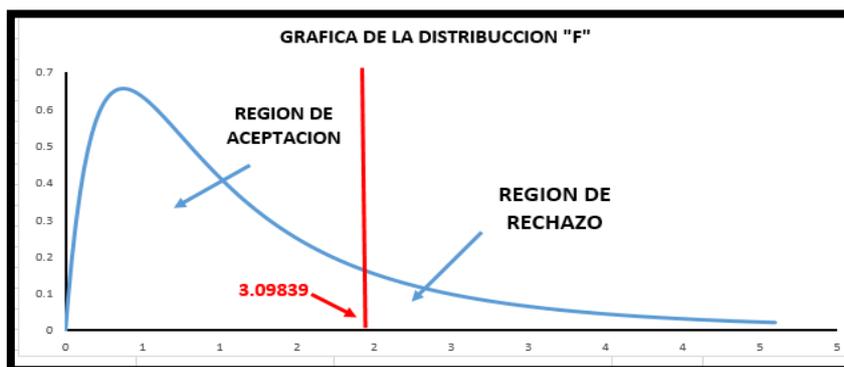
**Tabla 23: Análisis de Varianza en el ensayo de Succión**

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA
<i>Patrón + 15% F.B.</i>	6	105	17.5	428.7
<i>Patrón + 10% F.B.</i>	6	66	11	328.8
<i>Patrón + 5% F.B.</i>	6	21	3.5	81.1
<i>Patrón</i>	6	-648	-108	2968.4

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
<i>Entre grupos</i>	63957	3	21319	<b>22.399789</b>	1.32610124	<b>3.098391</b>
<i>Dentro de los grupos</i>	19035	20	951.75			
<b>TOTAL</b>	82992	23				

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°09: Gráfica de distribución F para Succión**



Fuente: Elaboración Propia

Para el ensayo de Succión se obtuvo como valor de 22.399789 en “F”, siendo este valor mayor que el valor crítico para “F” de 3.09839. Por ello la Hipótesis nula se RECHAZA porque al menos un grupo promedio del ensayo de succión es distinto, con una confiabilidad del 95%. (UNAM, Análisis de Varianza”, 2016, p. 4)

d) Variación Dimensional (%)

**Tabla 24: Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón**

MUESTRA N°	LARGO PROM (MM)	D	DV (%)	ANCHO PROM (MM)	D	DV (%)	ALTURA PROM (MM)	D	DV (%)
1	359	3.9	1.5	181	6.6	3.4	86	5	10
2	362	1.7	0.1	179	2.9	2	90	2.1	2.6
3	360	6.7	1.8	183	3	0.1	90	2.8	2.8
4	364	2.6	-0.5	181	3.9	1.7	92	1.3	-0.5
5	362	2.8	0.1	186	3.3	-1.4	90	2.1	2
6	359	4.4	1.5	185	2.9	-1.1	89	2.2	3.5
7	362	2.4	0.2	181	5.7	2.6	89	1.7	2.7
8	360	4.9	1.5	176	3.3	3.9	88	1	3.9
9	362	4.4	0.8	179	5.5	3.6	91	1.7	1.4
10	361	3.2	0.5	180	3.3	2.1	88	1.3	4.2
<b>Promedio</b>	361	3.7	<b>1</b>	181	4	<b>2</b>	89	2.1	<b>3</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 25: Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón con adición de 5% de fibra de bambú**

MUESTRA N°	LARGO DPROM(M M)	D	DV (%)	ANCHO DPROM(M M)	D	DV (%)	ALTURA DPROM (MM)	D	DV (%)
1	360	2.4	0.8	180	2.4	1.6	85	2.6	8.4
2	366	1.7	-1.1	182	5.9	2.2	87	2.4	6.5
3	359	2.2	1	179	0.5	0.7	87	1.7	5.5
4	357	4.6	2.2	177	3.5	3.8	89	2.2	3.3
5	362	1.3	-0.1	180	2.5	1.5	90	2.4	2.7
6	361	1	0.1	179	2.2	1.9	87	4.3	8.4
7	360	3.9	1	180	2.2	1.4	86	3	8
8	360	1.8	0.5	180	1.8	1	89	1.3	3.1
9	359	1.9	0.9	176	2.6	3.7	90	2.1	2.6
10	362	0.5	-0.3	179	2.2	1.6	90	2.1	2.6
<b>Promedio</b>	360	2.1	<b>0</b>	179	2.6	<b>2</b>	88	2.4	<b>5</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 26: Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón con adición de 10% de fibra de bambú**

MUESTRA Nº	LARGO PROM (MM)	D	DV (%)	ANCHO PROM (MM)	D	DV (%)	ALTURA PROM(MM)	D	DV (%)
1	365	0.5	-1.3	180	2.5	1.7	88	2.5	5.6
2	362	1.6	-0.1	180	1.6	0.9	88	2.3	4.8
3	363	2.8	-0.1	182	3.4	1.1	85	1.7	7.7
4	364	2.6	-0.5	179	2.6	2	86	1.3	5.6
5	364	1.7	-0.7	180	1.7	0.8	89	2.2	3.9
6	362	1.3	-0.1	179	1.7	1.6	87	0.6	4.5
7	362	3.3	0.3	179	1	1.4	89	1.5	2.5
8	362	0.8	-0.3	181	1	0.3	88	1.8	4.3
9	363	0.5	-0.6	180	2	1.1	89	1.5	2.5
10	363	2.2	-0.2	179	2.8	2.2	91	1.5	0.8
<b>Promedio</b>	363	1.7	<b>0</b>	180	2	<b>1</b>	88	1.7	<b>4</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 27: Datos del ensayo de Variación Dimensional en adobe patrón con adición de 15% de fibra de bambú**

MUESTRA Nº	LARGO Dprom (mm)	d	dV (%)	ANCHO Dprom (mm)	d	dV (%)	ALTURA Dprom (mm)	d	dV (%)
1	363	1.4	-0.4	180	2.3	1.3	91	2.9	2.4
2	361	1	-0.1	181	2.4	1	87	2.2	5.5
3	365	0.8	-1.2	182	2.9	0.5	88	2.6	4.9
4	365	3.9	-0.4	181	4.5	2	87	2.8	6.7
5	366	1.9	-1.2	181	4	1.8	92	2.6	0.4
6	363	2.2	-0.2	181	2.4	1	89	1.8	3.1
7	362	1	-0.2	182	1.3	-0.6	90	2.2	2.4
8	362	1.3	-0.1	180	1.4	0.8	90	1.7	1.6
9	361	1	0.1	181	1.5	0.4	91	2.2	1.1
10	362	1.5	-0.1	181	1.5	0.1	91	1.7	1.4
<b>Promedio</b>	363	1.6	<b>0</b>	181	2.4	<b>1</b>	90	2.3	<b>3</b>

Fuente: Elaboración Propia

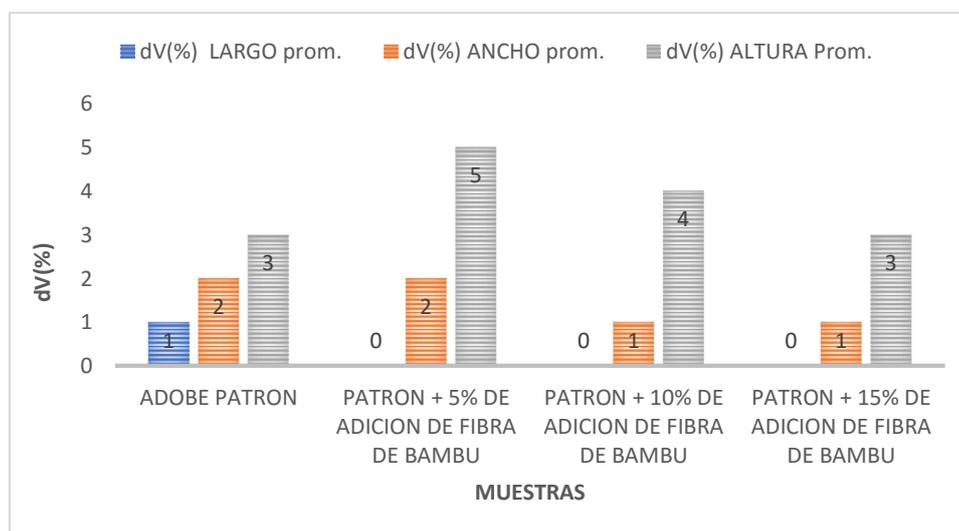
Tabla resumen:

**Tabla 28: Cuadro comparativo de la variabilidad dimensional promedio en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú**

MUESTRAS	dV (%) LARGO Prom.	dV (%) ANCHO Prom.	dV (%) ALTURA Prom.
ADOBE PATRÓN	1	2	3
PATRON + 5% DE ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBU	0	2	5
PATRON + 10% DE ADICION DE FIBRA DE BAMBU	0	1	4
PATRON + 15% DE ADICION DE FIBRA DE BAMBU	0	1	3

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N°10: Resultados de la variabilidad dimensional promedio en adobes patrón y adobes con adición de fibra de bambú**



Fuente: Elaboración Propia

En el ensayo de Variación dimensional, los bloques de adobes se adaptaron a los procedimientos según la NTP 399.613, teniendo como resultado una variación entre 3% y 5% en la altura promedio para todos los bloques de adobe siendo aceptable debido que al momento de desmoldar los bloques de adobe tienden a asentarse por la humedad de material.

## V. DISCUSIÓN

En este caso los bloques de adobe con adición de fibra de bambú en proporciones de 5%, 10% y 15%, fueron sometidos a los ensayos de resistencia a la compresión, succión, absorción y variación dimensional, obteniendo resultados favorables en comparación a los resultados de los bloques de adobe tradicional, comprobándose que, al agregar la fibra de bambú como componente para la realización de los adobes, se obtendrán mejores resultados en su resistencia. Por lo tanto, ante la problemática presente por los diversos factores externos que causan daños en los bloques de adobe en el centro poblado cambio puente, se confirma que la fibra de bambú es de gran utilidad por sus destacadas características de resistencia y durabilidad, cumpliendo un rol fundamental al ser incorporado en el adobe.

Por ende, respecto al primer objetivo específico, se determinó la clasificación del suelo según el SUCS, para identificar los componentes y porcentajes del suelo, considerando que sea aceptable y se encuentre en el rango según lo especificado, en la norma E.080 Diseño y construcción de tierra reforzada, teniendo como resultado una “arena arcillosa de mediana plasticidad”, así mismo en la tesis Briceño Segura y Marco Gamboa, también determinaron su clasificación del suelo según el SUCS teniendo como resultado arena limo – arcillosa, de tal forma que el suelo fue aceptable para la elaboración del adobe. ( Briceño Segura y Marco Gamboa, 2019, p.59)

Para el segundo objetivo específico, se elaboró dos moldes para la elaboración del adobe con diferentes medidas, el primer molde es de forma de cubo con arista de 10cm y el segundo molde es de forma rectangular cuyas medidas son de 9cm de altura, 18cm de ancho y 39cm de largo, dichos moldes cumplen con las medidas propuestas según la norma E.080; de igual manera Flores Chucuya y Paredes Robles en su tesis, realizaron dos moldes de adobe, para el primer molde fue de forma de cubo con arista de 10cm y en el segundo molde de forma rectangular cuyas medidas son de 10cm de alto, 20cm de ancho y de 40 cm de largo, en este caso el ultimo molde de forma rectangular tiene diferentes medidas en comparación al molde que se realizó, pero igual cumple con los medidas propuesta según la norma e.080. (Flores Chucuya y Paredes Robles, 2018, p.55)

Para el tercer objetivo específico, se realizó los ensayos de resistencia a la compresión, absorción, succión y variación dimensional, teniendo como mejor resultado en resistencia a la compresión el promedio de la adición de 10% de fibra de bambú con un valor de 21.3 kgf/cm<sup>2</sup>, superando los 10.2 kgf/cm<sup>2</sup> especificado en la norma E.0.80. En el ensayo de absorción, el mejor promedio fue el 15 % de adición de fibra con el tiempo de 3 horas con 9 minutos. Por otro lado, en el ensayo de succión y variación dimensional los resultados fueron favorables de acuerdo a la secuencia de los porcentajes de adición; así mismo Flores Chucuya y Paredes Robles en su tesis, tuvieron como mejor resultado en resistencia a la compresión el promedio de adición de 10% de cascarilla de arroz con un valor de 33.48 kgf/cm<sup>2</sup>, superando también los 10.2 kgf/cm<sup>2</sup>, siendo aceptable según lo especificado en la norma E.0.80. En el ensayo de absorción el mejor promedio fue la adición de 6 % de viruta con un valor de duración en la inmersión con un tiempo de 21 horas con 38 minutos, teniendo un mejor resultado de acuerdo al tiempo, además es importante mencionar que este ensayo resulta ser muy limitado debido a que no es aplicable para los adobes por su composición, eso quiere decir que es complicado que supere las 24 horas de inmersión en agua. (Flores Chucuya y Paredes Robles, 2018, p.95), este ensayo de Absorción está dirigido para las unidades de albañilería, a menos que se utilice el cemento, emulsión asfáltica, cal o alguien otro aditivo para su elaboración, así como hicieron los autores Arteaga Jaime y Loja Luis en Ecuador, teniendo un resultado favorable en el promedio de los adobe con adición de 10% de emulsión asfáltica reduciendo su valor a 0.41% de Absorción, representado una reducción del 86.33%. (Arteaga Jaime y Loja Luis, 2018, p.105).

Finalmente, en el cuarto objetivo específico, se analizó y comparo los resultados de los diferentes ensayos, determinando que la adición en 5%,10% y 15 % de fibra de bambú tuvieron resultado favorables en comparación al adobe patrón, siendo el 10 % de adición de fibra de bambú el más destacado, por ser comparado con el 5% y 15% de fibra de bambú, teniendo mejores resultados en todos sus ensayos; así mismo la autora Carhuanambo Villanueva utilizo la adición del 1.5%, 3% y 4.5% aserrín de eucalipto y la viruta asemejándose a la tesis presente , por utilizar la fibra vegetal y por tener resultados favorables en los ensayos de Resistencia a la Compresión, Flexión y Absorción. (Carhuanambo Villanueva, 2016, p.88).

## VI. CONCLUSIONES

1. La hipótesis ha sido parcialmente demostrada, debido a que se determinó las propiedades físicas y mecánicas del adobe con adición del 5% ,10% y 15% de fibra de bambú mediante un análisis de varianza (ANOVA) teniendo como resultado el rechazo de la hipótesis nula, ya que al menos una muestra promedio de cada ensayo es diferente con una probabilidad de 95%.
2. Se determinó la clasificación del suelo según el SUCS, teniendo como resultado “arena arcillosa de mediana plasticidad”, considerado aceptable según lo especificado, en la norma E.080 diseño y construcción de tierra reforzada.
3. Se elaboró los moldes para el adobe con diferentes dimensiones, cumpliendo con lo especificado en la norma E.080 diseño y construcción de tierra reforzada; el primer molde es de forma de cubo con arista de 10cm y el segundo molde es de forma rectangular cuyas medidas son de 9cm de altura, 18cm de ancho y 39cm de largo.
4. Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, absorción, succión y variación dimensional, de los 112 adobes, mediante los procedimientos establecidos en la norma.
5. Se analizó los resultados de los diferentes ensayos, determinando que la adición en 5%,10% y 15 % de fibra de bambú tuvieron resultado favorables en comparación al adobe patrón, siendo el 10 % de adición de fibra de bambú el más destacado, por ser comparado con el 5% y 10% de fibra de bambú, teniendo mejores resultados en los diferentes ensayos.

## VII. RECOMENDACIONES

Para los presentes y futuros Ingenieros Civiles, también a las personas apasionadas en la innovación en los materiales de construcción, se les recomienda:

1. Realizar adobes con la adición de la fibra de bambú, pero en otra área geográfica con distinto tipo de suelo, con el fin de poder determinar cuan influyente es el tipo de suelo en sus características y poder evaluar su comportamiento.
2. Para el amasado es importante que se realice con los pies durante un tiempo de 45 minutos, puesto que se obtiene una mezcla más homogénea.
3. La fibra de bambú en su adición para la mezcla del adobe, debe ser delgada y pequeña, con una medida menor a 8 cm, sino existe la posibilidad que se disminuya la resistencia a compresión.
4. Se debe utilizar una pequeña varilla de acero, para poder chusear la mezcla cuando es colocada en el molde, con el fin de evitar los posibles vacíos en la elaboración de los bloques de adobe.
5. Realizar investigaciones con otros estabilizantes de fibra vegetales, porque casi siempre tienen buenos resultados en su incorporación al adobe y también por su fácil accesibilidad.
6. Seguir la presente investigación para analizar el comportamiento del adobe con adición de Fibra de bambú con otros porcentajes para poder alcanzar una mayor durabilidad del adobe en contacto con el agua.
7. Se demuestra que el adobe con adición de 10 % de Fibra de Bambú, tuvo los mejores resultados en los diferentes ensayos evaluados, por tal motivo se recomienda a las personas que les apasione la innovación en los materiales de construcción, emplear otros tipos de estabilizantes naturales y poder así comparar el que mejor se adapte para diversas zonas y sobre todo, sea útil para el uso de las viviendas.

## REFERENCIAS

ABURTO, Jonathan, BRAVO, Édison. Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el CC. PP de Tambar – Moro. Tesis (grado de ingeniero civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, facultad de ingeniería. 2018, 12pp. Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3236>

ALDAY Patricio, “Efecto de los estabilizadores en las propiedades físicas del adobe” utilizados para la reconstrucción”. Tesis (grado de ingeniero constructor), Santiago: Universidad Andrés Bello, facultad de ingeniería escuela de obras civiles ,2014, 16pp.Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/1727>

ARTEAGA Jaime, LOJA Luis. Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica. Tesis (grado de ingeniero civil). Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca, 2018, 124 pp. Disponible en [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n%20(5).pdf)

ARTEAGA, Karen, MEDINA, Oscar. y GUTIERREZ Oscar. Bloque de tierra comprimida como material constructivo. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2011, 58pp. [Fecha de consulta: 20 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940770005>  
ISSN 0121–1129

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM D 2487-93, of. 93: Standard Practice for Classification of Soils of Estados Unidos: ASTM, 1993. pp

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM D 4318-00, of. 00: Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity of. Estados Unidos: ASTM, 2017. pp

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM D 422-63 (Reapproved 2002), of. 02: Standard Test Methods for Particle-Size Analysis Soils. Estados Unidos: ASTM, 2002. 8 pp.

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM D 2487-93, of. 93: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. Estados Unidos: ASTM, 2004. Pp

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM D 2216-98, of. 98: Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. Estados Unidos: ASTM, 1998. 5 pp.

BHANULATHA, G. [et al]. Experimental Investigation on utilize stabilized adobe masonry construction material. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), 6 (4): 999-1006, abril 2018.  
ISSN: 2321-9653

BTN EUROPA. Bamboo Technology Network Europe, 2017. Disponible en: <https://www.btn-europe.com/>

BOLAÑOS, Juan. Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna. Tesis (grado de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, facultad de ingeniería, 2016, 73pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10482>.

BURI, Tene. Análisis, desarrollo y evaluación de aislantes térmicos fabricando bloques de adobe con paja. Tesis (grado de ingeniero civil). Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2015, 29pp. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/12740>.

BRICEÑO, Leslie y MARCOS, Ángel, Efecto del porcentaje de la fibra tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión, absorción y estabilidad dimensional del adobe, Trujillo, 2018. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Trujillo. Universidad Cesar Vallejo, 2018, 48pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39089>

CORDOBA, Adolfo. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Plan Nacional de Promoción del Bambú [en línea]. Perú, 2008 [fecha de consulta] 30 de noviembre del 2019]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/368569867/Plan-Nacional-Del-Bambu>

CARHUANAMBO, Jhenifer. Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín. Tesis (grado de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, facultad de ingeniería, 2016, 86pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7328>

CIHE Centro de Investigación Hábitat y Energía [et al]. Construcción con tierra /3. CIHE, SI, FADU, UBA, IAA. Argentina 2007, 12pp.  
ISSN: 1669-8932

CABRERA, Daniel y HUAYNATE, Walter, “Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones”. Tesis (grado de ingeniero civil). Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú . Facultad de Ingeniería Civil ,2010, 31 pp. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/881>

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales. NTP 399.613, 2005: Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería. Lima: INDECOPI, 2005. 6-36 pp.

DAVIM, Paulo. Introduction to Mechanical Engineering. [en línea]. 1.a ed., Suiza: Cham Gewerbestrasse, 2018 [fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.engineeringbookspdf.com/introduction-to-mechanical-engineering-by-j-paulo-davim/>

ISBN: 9783319784885

DÍAZ John, “Propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca”. Tesis (grado de ingeniero civil), Cajamarca: Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería Civil 2018, 11pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14758>

EUSEBIO, Saul. y ALVARADO, Sheiler. Diseño estructural de una vivienda ecológica con bambú para el asentamiento humano rural cascajal bajo distrito Chimbote – 2018. Tesis (grado de ingeniero civil). Nuevo Chimbote: Universidad Privada Cesar Vallejo, facultad de ingeniería. 2018, 18pp. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30900?locale-attribute=en>

FLORES, Laura. Evaluación de la resistencia a la compresión, flexión e inmersión al agua del adobe estabilizado con gel de sábila. Tesis (grado de ingeniero civil). Lima, Universidad Cesar Vallejo, 2019, 24pp. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35354?locale-attribute=es>

FLORES, Miguel. y PAREDES, José. Mejora de Características Físicas y Mecánicas del adobe empleando aditivos naturales de la zona – C.P. Cambio Puente y Anexos. Tesis (grado de ingeniero civil). Chimbote, Universidad nacional del Santa. facultad de Ingeniería, 2018, 76pp. Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3178>

FUENTES, Isa., MORENO, María, PEÑA, Cindy. y TARAZONA, Lily. El bambú, innovación en el sector textil. Programa de licenciatura para optar el título de administración de empresa, Lima, Perú. Tesis (grado de ingeniero civil). Lima. Universidad peruana de ciencias aplicadas, 2017, 32pp. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/618276>.

GONZALES, Héctor. Elaboración de una propuesta para el aprovechamiento y la transformación del bambú en el ámbito del prodapp (puerto inca Oxapampa). Lima, Perú: universidad nacional agraria la molina, 2005, 2-5pp. Disponible en [https://www.academia.edu/8075838/BAMB%C3%9A\\_APROVECHAMIENTO\\_Y\\_TRANSFORMACI%C3%93N\\_EN\\_%C3%81MBITO\\_DE\\_PRODAPP\\_Puerto\\_Inca-Oxapampa\\_](https://www.academia.edu/8075838/BAMB%C3%9A_APROVECHAMIENTO_Y_TRANSFORMACI%C3%93N_EN_%C3%81MBITO_DE_PRODAPP_Puerto_Inca-Oxapampa_)

GUZMÁN, D. e IÑIGUEZ, J. Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo. Tesis (grado de ingeniero civil). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, facultad de ingeniería. 2015, 8 pp. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22773>

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 4.ª ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. 63 pp.  
ISBN: 970-1057538

Instituto nacional de estadística e informática [en línea]. Perú 2019 [fecha de consulta: 18 de junio del 2020]. Disponible en <https://elcomercio.pe/especial/construyebien/noticias/casa-adobe-alternativa-construccion-sismorresistente-noticia-1994461>

LORENZO Borselli, "Instituto de Geología Facultad de Ingeniería UASLP ". México, 2019 [Fecha de consulta: 10 enero del 2020] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/428879634/Geotecnia-1-Parte-II>

Ministerio de Vivienda, Construcciones y Saneamiento, Norma Técnica E.100 Bambú, 2012, 4 pp.

MILLOGO, Y. [et al]. Experimental analysis of Pressed Adobe Blocks reinforced with Hibiscus cannabinus fibers. Construction and Building Materials [en línea], 52: 71-78, febrero 2016 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.094>  
ISSN: 0950-0618

MONGABAY LAAM [en línea]. España 2017 [fecha de consulta: 25 de junio del 2020]. Disponible en <https://es.mongabay.com/2017/12/peru-la-furia-nino-costero-2017/>

MOSQUEIRA, Miguel. Evaluación de las características físicas y mecánicas de la albañilería producida artesanalmente en los centros poblados de Manzana mayo y San José del distrito de baños del Inca Cajamarca. Tesis (grado de ingeniero civil), Perú. Universidad Nacional de Cajamarca de Facultad de Ingeniería. 2015. 36 pp. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/627>

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.080: Diseño y Construcción con tierra reforzada. Lima: Diario oficial El Peruano, 2017. 4 pp.

NORMAS Técnica Intintec 331.018, "Elementos de arcilla cocida ladrillos de arcilla usados en albañilería", 1978.

NUREÑA, Juan. Influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo. Tesis (Titulo Ingeniero civil). Trujillo. Universidad Privada del Norte, 2017, 15 pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11168>

ELLEG, Joshua. Mechanical Properties of Materials. [en línea]. 1. a ed. Estados Unidos: New York, 2013 [fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=2mGC832Ocd0C&oi=fnd&pg=PR7&dq=MECHANICAL+PROPERTIES+OF+MATERIALS&ots=V9I550tPLT&sig=m3ijKVpRkbUWpUQoCZL0-iRRn-o#v=onepage&q=MECHANICAL%20PROPERTIES%20OF%20MATERIALS&f=false>  
ISBN: 9789400743427

PARADISO, Michele y GALASSI, Stefano. La cooperación internacional por la reconstrucción en adobe. Construcción con tierra/5. CIHE, SI, UBA-AR, 32-40, 2012.  
ISSN: 1669-8932

RODRÍGUEZ M Y SAROZA B, Identificación de la composición óptima del adobe como material de construcción de una escuela en Cuba. abril-junio 2006 2006, 56 pp [Fecha de consulta: 19 de diciembre de 2019]. Disponible en : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2126380>  
ISSN: 0465-2746

SALVADOR, Orlandini. Evaluación del comportamiento a comprensión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto. Tesis (Título Ingeniero Civil). Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2019, 2pp. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/42695?show=full>

UNIVERSIDAD Nacional Autónoma de México, “Análisis de Varianza”,2016 ,4 pp. Disponible en: <http://www.cuautitlan.unam.mx>

WHITE, Mary. Physical Properties of Materials. [en línea]. 2. a ed., Estados Unidos: New York, 2012 [fecha de consulta: 9 de junio de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=0DOBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=0DOBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 9781439895320

XIAO, Y., SHAN, B. y LI, Z. Alan. Modern Engineered bamboo structures [en línea]. 1. ed. Inglaterra: Wiley Publishing, Inc., 2020 [fecha de consulta: 18 de junio de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=NO-yDwAAQBAJ&pg=PA126&lpg=PA126&dq=.+\(Bamboo+Technology+Network+Europe,+2017\).&source=bl&ots=ZKZiHVufyy&sig=ACfU3U32dQo1jh3eDAee9yeObTird4a8jA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwid1aCk8cHqAhUFSN8KHZjPCqoQ6AEwDXoECAoQAQ#v=onepage&q=.%20\(Bamboo%20Technology%20Network%20Europe%2C%202017\).&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=NO-yDwAAQBAJ&pg=PA126&lpg=PA126&dq=.+(Bamboo+Technology+Network+Europe,+2017).&source=bl&ots=ZKZiHVufyy&sig=ACfU3U32dQo1jh3eDAee9yeObTird4a8jA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwid1aCk8cHqAhUFSN8KHZjPCqoQ6AEwDXoECAoQAQ#v=onepage&q=.%20(Bamboo%20Technology%20Network%20Europe%2C%202017).&f=false)  
ISBN: 978-1-138-35185-1

# ANEXOS

## **Anexo 1.**

Matriz de operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
INDEPENDIENTE	FIBRA DE BAMBU	Es un tipo de fibra reciclable, obtenida de la pulpa de la caña de Bambú, además las propiedades mecánicas las fibras de bambú son de gran durabilidad, resistencia a la extensión y tenacidad, conservándose mediante el proceso de extracción. (Bamboo Technology Network Europe, 2017)	Emplear el uso de la fibra de bambú triturado y adicionándolo con los porcentajes de 5%, 10% y 15% con la finalidad de estabilizarlo para aumentar la resistencia del adobe tradicional.	Porcentajes de adición al 5%, 10% y 15% de fibra de bambú al Adobe Convencional.	Efecto positivo en el Adobe Convencional	NOMINAL
					Efecto negativo en el Adobe Convencional	
DEPENDIENTE	PROPIEDADES FÍSICAS	se define a un objeto mediante la observación y la medición, sin que afecte o altere a su composición, y también se relaciona a su comportamiento del material frente acciones externas	La variación dimensional es medir cada espécimen (largo, ancho y alto) con la precisión de 1 mm. La variación se calcula en porcentaje mediante una fórmula según la NTP 399.613	Variación Dimensional	En porcentaje %	RAZON
			Ensayo de Absorción es el aumento de la cantidad de masa de un material seco, cuando es sumergido al agua durante un tiempo establecido. En este caso se realizó el ensayo según los procedimientos y requisitos que dicta la NTP. 399.613.	Ensayo de Absorción	En Porcentaje: %	RAZON

			<p>Ensayo de Succión es la sustracción del peso en gramos entre la pesada final y la pesada inicial, es decir es el peso de agua absorbida por el adobe durante un minuto cuando está en contacto con el agua, según la NTP 399.613</p>	Ensayo de Succión	En Porcentaje: %	RAZON
	<p>PROPIEDADES MECÁNICAS</p>	<p>Consiste en las propiedades de los materiales que soportan diversas fuerzas hasta ser destruidas por acción de fuerzas o cargas, además se describen por el comportamiento mecánico de los materiales.</p>	<p>Resistencia a la Compresión Según la NTP E 0.80; los cubos de adobe se miden a través de esfuerzo de ruptura mínima teniendo que resistir y superar la resistencia de <math>f_u=1.0\text{Mpa}=10.2\text{k gf/cm}^2</math>, sin sufrir alguna rotura en el adobe.</p>	Resistencia la Compresión	En unidades de $\text{kgf/cm}^2$	RAZON

## **Anexo 2.**

Instrumentos de recolección de datos en laboratorio.

# ENSAYOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CONTENIDO DE HUMEDAD Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNOLÓGICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LABORATORIOS ESPECIALIZADOS

Oficina: P.O. 03 de octubre Jr. Targuy M. 2 lote 97 - Mayo Chibote - DUC 166920049  
Teléfono: 914577150 - 914511214 e-mail: info@geolab.com

## ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 338.128-1988)

**PROYECTO :** PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020

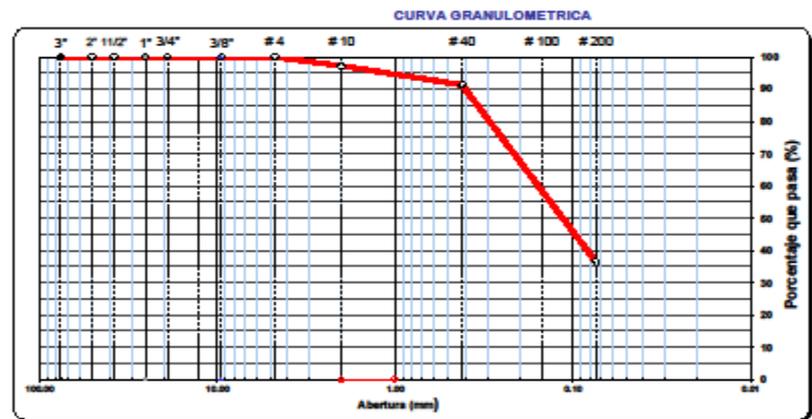
**TESISTAS:** ARTEAGA VASQUEZ FERNANDO ALEXIS  
WONG PEREZ LUIS JOHAN

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**FECHA :** MAYO DEL 2020

CALICATA :		MUESTRA :					PROF (m) :				
1		1					0.00 - 1.50				
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PASA	PESO RET.	RET. PARC.	RET. AC.	% OF PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
3"	76.200						PESO TOTAL = 845.0 gr				
2 1/2"	63.500						PESO MAT. - # 4 = 845.0 gr				
2"	50.800		0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FRACCION = 745.0 gr				
1 1/2"	38.100		0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 33.4 %				
1"	25.400		0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 23.2 %				
3/4"	19.100		0.00	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 10.2 %				
1/2"	12.700		0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHITO = A-4 (0)				
3/8"	9.520		0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCCS = SC				
1/4"	6.350		0.00	0.0	0.0	100.0					
# 4	4.750		0.00	0.0	0.0	100.0					
# 10	2.000	20.31	23.03	2.7	2.7	97.3	Mala # 200 = 36.4 %				
# 20	0.840	17.50	19.85	2.3	5.1	94.9	% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humd.
# 30	0.600	14.29	16.21	1.9	7.0	93.0			915.0	345.0	83
# 40	0.420	12.47	14.14	1.7	8.7	91.3	OBSERVACIONES :				
# 50	0.300	93.16	105.86	12.5	21.2	78.6	Grava (%)		0.00		
# 100	0.150	96.41	111.81	13.2	34.4	65.6	Arena (%)		63.59		
# 200	0.074	217.60	248.79	29.2	63.6	36.4	Finos (%)		36.41		
< # 200	FONDO	271.30	307.70	36.4	100.0						
FRACCION		745.0					Coef. Uniformidad		3.3517		
TOTAL		745					Coef. Curvatura		0.79		

Descripción del suelo: Arena arenosa



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.O. Box 10000 - Pasaje No. 3 - Torre 07 - Nueva Chimbote - ICA - PERU  
Teléfono: 810073100 - 912417221 e-mail: MQuispe22@hotmail.com

**ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 338.128-1988)**

**TEMA:** PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO FUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020

**TESISTAS:** ARTEAGA VASQUEZ FERNANDO ALEXIS  
WONG PEREZ LUIS JOHAN

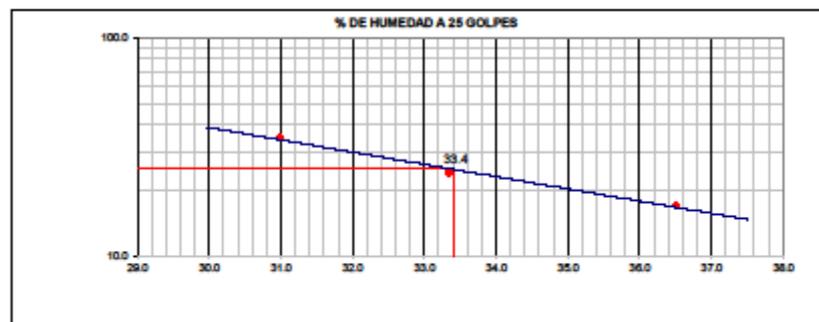
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**FECHA:** MAYO DEL 2020

**CALICATA:** 1      **MUESTRA:** 1      **PROF (m):** 0.00 - 1.50

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	4	10	1	
TARRO + SUELO HUMEDO	31.87	23.90	29.29	
TARRO + SUELO SECO	29.15	21.50	27.55	
AGUA	2.72	2.40	1.71	
PESO DEL TARRO	21.70	14.30	22.03	
PESO DEL SUELO SECO	7.46	7.20	5.92	
% DE HUMEDAD	36.51	33.33	30.96	
Nº DE GOLPES	17	24	35	

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HUMEDO	12.39	13.07		
TARRO + SUELO SECO	11.82	12.46		
AGUA	0.57	0.62		
PESO DEL TARRO	9.37	9.77		
PESO DEL SUELO SECO	2.46	2.66		
% DE HUMEDAD	23.27	23.13		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	33.4
LIMITE PLASTICO	23.2
INDICE DE PLASTICIDAD	10.2

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ADOBE



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

<b>TESIS</b> :	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	<b>REGISTRO N°</b> :	CC-TES-ERC-01
	CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	<b>PAGINA N°</b> :	01 de 01
<b>CLIENTE</b> :	ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN		
<b>UBICACIÓN</b> :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ADOBE (ASTM C39 - NTP 399.613 - NORMA E080)

Item	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura					
	Muestra	Fecha de Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	P.L. (kg/m <sup>3</sup> )	% Fibra Bambú	Carga Máxima (Kgf)	f <sub>ca</sub> (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Norma E080 2017 (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Comparación (%)
01	Muestra Patrón	06/06/2020	10.5	10.4	8.7	109	1695.0	1.784	0	1171.5395	10.7	10.2	105.18
02		06/06/2020	10.4	10.5	8.5	109	1754.0	1.890	0	1122.2994	10.3		100.76
03		06/06/2020	10.3	10.2	8.4	105	1628.0	1.845	0	1171.5395	11.2		109.32
04		06/06/2020	10.5	10.4	8.6	109	1688.0	1.797	0	1063.0103	9.7		95.44
05		06/06/2020	10.4	10.2	8.7	106	1690.0	1.831	0	1186.613	11.2		109.67
06		06/06/2020	10.3	10.5	8.5	108	1702.0	1.851	0	1030.8535	9.5		93.45
<b>Promedio</b>											<b>10.4</b>		

**Observaciones y/o Recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.  
Las muestras a ensayar fueron refrendadas con una capa de yeso.

Eje.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.

  
KAE Ingeniería  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
R.C. CIP N° 210037



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: Kaeingenieria@gmail.com



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

<b>TESIS</b> :	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	<b>REGISTRO N°</b> :	CC-TES-ERC-02
	CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	<b>PAGINA N°</b> :	01 de 01
<b>CLIENTE</b> :	ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN		
<b>UBICACIÓN</b> :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ADOBE**  
(ASTM C39 - NTP 399.613 - NORMA E080)

Item	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura					
	Muestra	Fecha de Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	P.U. (kg/m <sup>3</sup> )	% Fibra Bambú	Carga Máxima (Kgf)	Fce (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Norma E080 2017 (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Comparación (%)
01	Patrón + 5% de adición de Fibra de Bambú	06/06/2020	9.9	10.2	9.7	101	1703.0	1.746	5	1684.0385	16.7	10.2	163.34
02		06/06/2020	9.9	10.2	10.2	101	1785.0	1.740	5	1713.1806	17.0		166.98
03		06/06/2020	9.8	10.1	10.1	99	1695.0	1.696	5	1768.4501	17.9		175.16
04		06/06/2020	9.7	10.0	9.8	97	1725.0	1.815	5	1643.8425	16.9		166.15
05		06/06/2020	9.9	10.1	10.0	100	1733.0	1.733	5	1510.1908	15.1		148.07
06		06/06/2020	9.8	10.2	9.9	100	1699.0	1.717	5	1745.3374	17.5		171.18
<b>Promedio</b>											<b>16.8</b>		

**Observaciones y/o Recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.

Las muestras a ensayar fueron referendadas con una capa de yeso.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.



**Victor Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
R.S.G. CIP N° 215087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: Kaeingenieria@gmail.com



**KAE Ingeniería**

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales**

<b>TEMAS :</b> PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	<b>REGISTRO N° :</b> CC-TES-ERC-03
CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	<b>PAGINA N° :</b> 01 de 01
<b>CLIENTE :</b> ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	
<b>UBICACIÓN :</b> Distrito Chimbote - Provincia Santa - Departamento Ancash	

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ADOBE**  
(ASTM C39 - NTP 399.613 - NORMA E060)

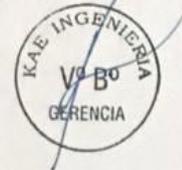
Item	Identificación y Características de la Probeta								Ensayo de Rotura				
	Muestra	Fecha de Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	P.U. (kg/m <sup>3</sup> )	% Fibra Bambú	Carga Máxima (Kgf)	f <sub>ca</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Norma E060 2017 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Comparación (%)
01	Patron + 10% de adición de Fibra de Bambú	06/06/2020	10.0	10.1	10.1	101	1731.0	1.697	10	2377.4195	23.6	10.2	231.00
02		06/06/2020	10.0	10.0	10.4	100	1710.0	1.639	10	2002.5918	19.9		195.55
03		06/06/2020	9.9	10.2	10.3	101	1698.0	1.633	10	1988.5232	19.7		193.06
04		06/06/2020	10.0	10.1	10.1	101	1702.0	1.668	10	2298.0324	22.8		223.07
05		06/06/2020	10.1	10.0	9.8	101	1692.0	1.709	10	2053.8417	20.3		199.36
06		06/06/2020	10.2	9.8	10.1	100	1654.0	1.638	10	2146.2925	21.5		210.51
<b>Promedio</b>											<b>21.3</b>		

**Observaciones y/o Recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.  
Las muestras a ensayar fueron rehidratadas con una capa de yeso.

Ejec: H.L.D.  
Rev: H.L.V.

  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 219087





**KAE Ingeniería**

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales**

<b>TESIS :</b> PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	<b>REGISTRO N° :</b> CC-TES-ERC-04
CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	<b>PAGINA N° :</b> 01 de 01
<b>CLIENTE :</b> ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	
<b>UBICACIÓN :</b> Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ADOBE**  
(ASTM C39 - NTP 399.613 - NORMA E080)

Item	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura					
	Muestra	Fecha de Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	P.U. (kg/m <sup>3</sup> )	% Fibra Bambú	Carga Máxima (Kgf)	f'ce (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Norma E080 2017 (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Comparación (%)
01	Patron + 15% de adición de Fibra de Bambú	06/06/2020	10.1	10.1	9.8	102	1660.0	1.669	15	1732.2737	17.0	10.2	166.49
02		06/06/2020	10.2	10.1	10.1	103	1642.0	1.578	15	1891.0479	18.4		179.96
03		06/06/2020	10.0	10.0	10.1	100	1656.0	1.644	15	1992.5428	19.9		194.96
04		06/06/2020	10.3	9.8	9.8	101	1611.0	1.629	15	1934.2586	19.2		187.87
05		06/06/2020	10.1	10.2	9.9	103	1701.0	1.668	15	1800.6069	17.5		171.36
06		06/06/2020	10.2	10.0	10.2	102	1692.0	1.626	15	2067.0524	20.6		201.56
<b>Promedio</b>											<b>18.7</b>		

**Observaciones y/o Recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.  
Las muestras a ensayar fueron refrendadas con una capa de yeso.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.

**KAE Ingeniería**  
**Victor Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
E.F.S. C.I.R. N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: Kaeingenieria@gmail.com





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

<b>PROYECTO :</b> PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	<b>REGISTRO N°:</b> CC-TES-VD-02
<b>CLIENTE :</b> ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	<b>PÁGINA N°:</b> 01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b> Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b> 04/08/2020

**SUCCIÓN**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería : Patrón + 5% de Vibras de Bambú      Secado de Muestra : 24 Hrs. a 110 °C      Tiempo de Contacto : 1 min. ± 1 s.

ESPECIMEN N°	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Psec (gr)	Psuc (gr)	Paab (gr)	Norma E070	Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> -min)
01	180.0	360.0	85.0	648.0	9257.0	9265.0	8.0	Debe encontrarse entre los 10 y 20 gr/(200cm <sup>2</sup> -min)	2.5
02	182.0	366.0	87.0	666.1	10131.0	10120.0	-11.0		-3.3
03	179.0	359.0	87.0	642.6	9579.0	9590.0	11.0		3.4
04	177.0	357.0	89.0	631.9	9598.0	9609.0	11.0		3.5
05	180.0	362.0	90.0	651.6	9603.0	9609.0	6.0		1.8
06	179.0	361.0	87.0	646.2	9455.0	9451.0	-6.0		-1.2

Succión Promedio : 1%

Donde:

Psec : Peso de ladrillo seco  
Psuc : Peso de ladrillo succionado  
Paab : Peso de agua absorbida en gramos

$$Paab C = \frac{200 \times Paab}{\text{Área}}$$

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.

KAE Ingeniería  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 215097



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

<b>PROYECTO:</b> PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	<b>REGISTRO N°:</b> CC-TES-VD-03
<b>CLIENTE:</b> ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	<b>PÁGINA N°:</b> 01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b> Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b> 04/06/2020

**SUCCIÓN**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería: Patrón + 10% de Vibras de Bambú

Secado de Muestra: 24 Hrs. a 110 °C

Tiempo de Contacto: 1 min. ± 1 s.

ESPECIMEN N°	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Psec (gr)	Psuc (gr)	Paab (gr)	Norma E070	Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> -min)
01	180.0	365.0	88.0	657.0	10000.0	9991.0	-9.0	Debe encontrarse entre los 10 y 20 gr/(200cm <sup>2</sup> -min)	-2.7
02	180.0	362.0	88.0	651.6	9844.0	9831.0	-13.0		-4.0
03	182.0	363.0	85.0	660.7	9730.0	9762.0	32.0		9.7
04	179.0	364.0	86.0	651.6	9665.0	9689.0	24.0		7.4
05	180.0	364.0	89.0	655.2	9649.0	9667.0	18.0		5.5
06	179.0	364.0	87.0	651.6	10028.0	10042.0	14.0		4.3

Succión Promedio: 3%

Donde:

Psec: Peso de ladrillo seco  
Psuc: Peso de ladrillo succionado  
Paab: Peso de agua absorbida en gramos

$$Paab C = \frac{200 \times Paab}{\text{Área}}$$

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.

Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 215037



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO PUENTE	REGISTRO N°: CC-TES-VD-04
DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	PÁGINA N°: 01 de 01
CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	FECHA: 04/06/2020
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	

**SUCCIÓN**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería : Patrón + 15% de Vibras de Bambú

Secado de Muestra : 24 Hrs. a 110 °C

Tiempo de Contacto : 1 min. ± 1 s.

ESPECIMEN N°	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Psec (gr)	Psuc (gr)	Paab (gr)	Norma E070	Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> -min)
01	180.0	363.0	91.0	653.4	9431.0	9471.0	40.0	Debe encontrarse entre los 10 y 20 gr/(200cm <sup>2</sup> -min)	12.2
02	181.0	361.0	87.0	653.4	9954.0	9940.0	-14.0		-4.3
03	182.0	365.0	88.0	664.3	9352.0	9358.0	6.0		1.8
04	181.0	365.0	87.0	660.7	9677.0	9689.0	12.0		3.6
05	181.0	366.0	92.0	662.5	9547.0	9586.0	39.0		11.8
06	181.0	363.0	89.0	657.0	9623.0	9645.0	22.0		6.7

Succión Promedio : 5%

Donde:

Psec : Peso de ladrillo seco  
Psuc : Peso de ladrillo succionado  
Paab : Peso de agua absorbida en gramos

$$Paab C = \frac{200 \times Paab}{\text{Área}}$$

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.

Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 215397



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: Kaeingenieria@gmail.com

# ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ADOBE



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales**

**KAE Ingeniería**

PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	REGISTRO N°: CC-TES-VD-01
CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	PÁGINA N°: 01 de 01
CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA: 23/05/2020

## ABSORCIÓN (NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería : Patrón      Secado de Muestra: 110°C - 115°C      Tiempo de Saturación : Estimado

MUESTRA N°	PI (gr)	Pf (gr)	Tiempo Inicio (h. min.)	Tiempo Final (h. min.)	Tiempo Promedio (h. min.)	Duración Sumerción Promedio (h. min.)	Observación	Absorción (%)
1	10812	--	02:25 p. m.	03:11 p. m.	0:46	0:48	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	10725	--	02:23 p. m.	03:13 p. m.	0:50			--
3	10698	--	02:20 p. m.	03:16 p. m.	0:56			--
4	10563	--	02:20 p. m.	03:18 p. m.	0:58			--
5	10854	--	02:22 p. m.	03:02 p. m.	0:40			--
6	10843	--	02:24 p. m.	03:06 p. m.	0:42			--

Absorción : --

**Observación:** La muestra se deshizo en su totalidad en el tiempo calculado.

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Se adapto la prueba a la Norma NTP 399 613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec.: H.L.D.

Rev.: H.L.V.



*Victor Alfonso Herrera Lázaro*  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
RSG CIP N° 219037



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: Kaeingenieria@gmail.com



**KAE Ingeniería**

PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	REGISTRO N°: CC-TES-ABS-02
CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	PÁGINA N°: 01 de 01
CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA: 04/06/2020

**ABSORCIÓN**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería : Patrón + 5% Fibra de Bambú

Secado de Muestra: 110°C - 115°C

Tiempo de Saturación : Estimado

MUESTRA N°	Pi (gr)	Pf (gr)	Tiempo Inicio (h. min.)	Tiempo Final (h. min.)	Tiempo Promedio (h. min.)	Duración Sumersión Promedio (h. min.)	Observación	Absorción (%)
1	9257	--	09:25 a. m.	10:43 a. m.	1:18	1:23	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	9736	--	09:25 a. m.	11:02 a. m.	1:37			--
3	9579	--	09:25 a. m.	10:35 a. m.	1:10			--
4	9511	--	09:22 a. m.	10:35 a. m.	1:13			--
5	9598	--	09:25 a. m.	10:55 a. m.	1:30			--
6	9654	--	09:25 a. m.	11:00 a. m.	1:35			--

Absorción : --

**Observación:** La muestra se deshizo en su totalidad en el tiempo calculado.  
La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.



Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 215097





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	REGISTRO N° : CC-TES-ABS-03
CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	PÁGINA N° : 01 de 01
CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA: 05/06/2020

**ABSORCIÓN**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad Patrón + 10% Fibra de  
de Albañilería : Bambú

Secado de Muestra : 110°C - 115°C

Tiempo de Saturación : Estimado

MUESTRA N°	Pi (gr)	Pf (gr)	Tiempo Inicio (h. min.)	Tiempo Final (h. min.)	Tiempo Promedio (h. min.)	Duración Sumerción Promedio (h. min.)	Observación	Absorción (%)
1	9845	--	09:35 a. m.	11:46 a. m.	2:11	2:12	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	9730	--	09:36 a. m.	11:50 a. m.	2:14			--
3	9665	--	09:40 a. m.	11:52 a. m.	2:12			--
4	9678	--	09:42 a. m.	11:54 a. m.	2:12			--
5	9850	--	09:38 a. m.	11:51 a. m.	2:13			--
6	9728	--	09:40 a. m.	11:53 a. m.	2:13			--

Absorción : --

**Observación:** La muestra se deshizo en su totalidad en el tiempo calculado.  
La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.

  
KAE Ingeniería  
Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
R.C. Nº 219037





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO	REGISTRO N°: CC-TES-ABS-04
CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE, SANTA - ANCASH - 2020	PÁGINA N°: 01 de 01
CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA: 05/06/2020

**ABSORCIÓN**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería : Patrón + 15% Fibra de Bambú      Secado de Muestra: 110°C - 115°C      Tiempo de Saturación : Estimado

MUESTRA N°	Pi (gr)	Pf (gr)	Tiempo Inicio (h. min.)	Tiempo Final (h. min.)	Tiempo Promedio (h. min.)	Duración Sumerción Promedio (h. min.)	Observación	Absorción (%)
1	9431	--	01:15 p. m.	04:25 p. m.	3:10	3:09	Tiempo estimado que se deshizo la muestra.	--
2	9754	--	01:20 p. m.	04:21 p. m.	3:01			--
3	9352	--	01:17 p. m.	04:28 p. m.	3:11			--
4	9505	--	01:21 p. m.	04:31 p. m.	3:10			--
5	9677	--	01:18 p. m.	04:33 p. m.	3:15			--
6	9599	--	01:19 p. m.	04:30 p. m.	3:11			--

Absorción : --

**Observación:** La muestra se deshizo en su totalidad en el tiempo calculado.  
La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.

Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 215137



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 978535769; Email: Kaeingenieria@gmail.com

# ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDAD DE ADOBE



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

**TESIS :** PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO FUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE  
**CLIENTE :** ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN  
**UBICACIÓN :** Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancahuasi  
**REGISTRO N°:** CC-TES-VD-01  
**PÁGINA N°:** 01 de 01  
**FECHA:** 23/05/2020

## VARIACIÓN DIMENSIONAL (NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería : Patrón

Dimensiones Especificadas (mm)  
 Ancho : 180      Altura : 90      Largo : 360

Especimen N°	Largo (mm)				Dprom	δ	δV(%)	Ancho (mm)				Dprom	δ	δV(%)	Altura (mm)				Dprom	δ	δV(%)
	L1	L2	L3	L4				A1	A2	A3	A4				H1	H2	H3	H4			
01	354	357	360	363	359	3.9	1.5	175	184	175	188	181	6.6	3.4	81	92	88	83	86	5.0	10.0
02	363	360	363	360	362	1.7	0.1	180	177	183	177	179	2.9	2.0	88	92	88	91	90	2.1	2.6
03	367	364	352	358	360	6.7	1.8	179	182	186	184	183	3.0	0.1	92	93	87	89	90	2.8	2.8
04	362	362	367	366	364	2.6	-0.5	183	177	185	178	181	3.9	1.7	92	90	92	93	92	1.3	-0.5
05	364	365	359	361	362	2.8	0.1	188	188	186	181	186	3.3	-1.4	92	88	92	89	90	2.1	2.0
06	357	364	361	354	359	4.4	1.5	188	186	185	181	185	2.9	-1.1	92	88	89	87	89	2.2	3.5
07	363	362	363	358	362	2.4	0.2	178	175	188	183	181	5.7	2.6	90	89	87	91	89	1.7	2.7
08	385	357	354	362	360	4.9	1.5	174	180	178	173	176	3.3	3.9	87	87	89	87	88	1.0	3.9
09	355	363	365	363	362	4.4	0.8	182	183	180	171	179	5.5	3.6	89	90	90	93	91	1.7	1.4
10	364	358	364	359	361	3.2	0.5	184	177	177	180	180	3.3	2.1	86	89	87	88	88	1.3	4.2
	<b>Promedio</b>				361	3.7	1	<b>Promedio</b>				181	4.0	2	<b>Promedio</b>				89	2.1	3

Donde:

Dprom : Dimensión promedio

δ : Desviación estándar

δV : Variabilidad dimensional en porcentaje

Dn : Dimensión especificada

$$V(\%) = \frac{(Dn - Dp)}{Dn} \times 100$$

$$Dp = Dprom - \delta$$

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Se adaptó la prueba a la Norma NTP 398.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec: H.L.D.  
Rev: H.L.V.

  
**Victor Alfonso Rivera Lázaro**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 718057



TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE  
 SANTA - ANCASH - 2020  
 REGISTRO N°: CC-TES-VD-02  
 PÁGINA N°: 01 de 01  
 CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PÉREZ LUIS JOHAN  
 FECHA: 03/06/2020  
 UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de Albañilería : Patón + 5% Fibras de Bambú

Dimensiones Especificadas (mm)  
 Dn : Ancho : 180      Altura : 90      Largo : 360

Especimen N°	Largo (mm)				Dprom	δ	δV(%)	Ancho (mm)				Dprom	δ	δV(%)	Altura (mm)				Dprom	δ	δV(%)
	L1	L2	L3	L4				A1	A2	A3	A4				H1	H2	H3	H4			
01	358	357	361	362	360	2.4	0.8	177	178	182	181	180	2.4	1.6	88	86	82	84	85	2.6	8.4
02	368	366	365	364	366	1.7	-1.1	186	188	178	176	182	5.9	2.2	90	85	86	85	87	2.4	6.5
03	356	358	360	361	359	2.2	1.0	179	179	180	179	179	0.5	0.7	85	87	89	86	87	1.7	5.5
04	350	358	360	359	357	4.6	2.2	175	173	181	178	177	3.5	3.8	91	90	86	90	89	2.2	3.3
05	360	362	362	363	362	1.3	-0.1	177	179	180	183	180	2.5	1.5	88	91	88	93	90	2.4	2.7
06	362	360	360	360	361	1.0	0.1	176	178	180	181	179	2.2	1.9	82	82	85	88	87	4.3	8.4
07	364	362	355	360	360	3.9	1.0	181	182	177	179	180	2.2	1.4	82	85	87	89	86	3.0	8.0
08	362	358	359	361	360	1.8	0.5	179	178	182	181	180	1.8	1.0	88	87	89	90	89	1.3	3.1
09	356	360	360	358	359	1.9	0.9	173	175	179	177	176	2.6	3.7	92	90	87	90	90	2.1	2.6
10	362	361	362	362	362	0.5	-0.3	181	180	176	180	179	2.2	1.6	92	88	91	88	90	2.1	2.6
					Promedio	360	2.1	0			Promedio	179	2.6	2				Promedio	88	2.4	5

$$V(\%) = \frac{(Dn - Dp)}{Dn} \times 100$$

$$Dp = Dprom - \delta$$

Donde:  
 Dprom : Dimensión promedio  
 δ : Desviación estándar  
 δV : Variabilidad dimensional en porcentaje  
 Dn : Dimensión especificada

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.



KAE Ingeniería  
 Victor Alfonso Herrera Lázaro  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C. N° 12072

Ejec.: H.L.D.  
Rev.: H.L.V.



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBU EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE  
SANTA - ANCASH - 2020  
REGISTRO N° : CC-TES-VD-03  
PÁGINA N° : 01 de 01

CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN  
FECHA : 03/06/2020

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NORMA E070 - ALBANILERÍA)

Muestra de Unidad de : Patrón + 10% Fibras de Bambú  
Albanilería

Dimensiones Especificadas (mm)  
Ancho : 180      Altura : 90      Largo : 360

Especimen N°	Largo (mm)				δV(%)	Ancho (mm)				Dprom	δV(%)	Altura (mm)				Dprom	δV(%)						
	L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4			H1	H2	H3	H4								
01	366	365	365	365	0.5	-1.3	182	180	176	180	180	180	180	180	2.5	1.7	88	88	84	88	2.5	5.6	
02	364	362	360	362	1.6	-0.1	182	180	178	180	180	180	180	180	1.6	0.9	86	90	90	86	88	2.3	4.8
03	366	365	360	362	2.8	-0.1	186	182	180	178	182	182	182	182	3.4	1.1	83	85	87	84	85	1.7	7.7
04	366	367	362	362	2.6	-0.5	182	180	178	178	179	2.6	2.0	88	86	86	86	86	85	86	86	1.3	5.6
05	365	366	364	362	1.7	-0.7	182	181	180	178	180	1.7	0.8	88	88	87	92	89	92	89	2.2	3.9	
06	362	360	363	362	1.3	-0.1	178	177	181	179	179	1.7	1.6	86	86	87	87	87	87	87	0.6	4.5	
07	367	367	360	360	3.3	0.3	179	177	179	179	179	1.0	1.4	90	91	88	88	88	89	88	1.5	2.5	
08	363	362	362	361	0.8	-0.3	180	180	182	180	181	1.0	0.3	87	90	86	89	88	89	88	1.8	4.3	
09	363	363	363	362	0.5	-0.6	181	181	177	181	180	2.0	1.1	88	91	90	88	89	89	89	1.5	2.5	
10	365	364	363	360	2.2	-0.2	182	180	176	177	179	2.8	2.2	92	90	92	89	91	91	1.5	0.8		
	<b>Promedio</b>				1.7	0	<b>Promedio</b>				180	2.0	<b>Promedio</b>				88	1.7	4				

$$V(\%) = \frac{(Dn - Dp)}{De} \times 100$$

Donde:  
Dprom : Dimensión promedio  
δ : Desviación estándar  
δV : Variabilidad dimensional en porcentaje  
Dn : Dimensión especificada

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.013 para ladrillo de arcilla cocida.

Ejec: H.L.D  
Rev: H.L.V



**KAE Ingeniería**  
Victor Ayuso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
R.C. Nº 2-3537

REGISTRO N°: CC-TES-VD-04  
PÁGINA N°: 01 de 01  
FECHA: 03/06/2020

TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ EN EL CENTRO POBLADO CAMBIO PUENTE DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE  
SANTA - ANCASH - 2020

CLIENTE : ARTEAGA VÁSQUEZ FERNANDO ALEXIS - WONG PEREZ LUIS JOHAN  
DISTRITO: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NORMA E070 - ALBAÑILERÍA)

Muestra de Unidad de : Patrón + 15% Fibras de Bambú  
Albañilería

Dn : Ancho : 180      Altura : 50      Largo : 360

Especimen N°	Largo (mm)				δV(%)	δ	Ancho (mm)				Dprom	δV(%)	Altura (mm)				Dprom	δV(%)			
	L1	L2	L3	L4			A1	A2	A3	A4			H1	H2	H3	H4					
01	365	362	363	362	363	1.4	-0.4	178	178	182	182	180	2.3	1.3	90	87	93	93	91	2.9	2.4
02	360	362	361	362	361	1.0	-0.1	179	178	183	182	181	2.4	1.0	86	90	88	85	87	2.2	5.5
03	364	365	366	365	365	0.8	-1.2	180	179	185	184	182	2.9	0.5	86	87	92	88	88	2.6	4.9
04	362	367	362	370	365	3.9	-0.4	178	177	187	182	181	4.5	2.0	84	85	90	88	87	2.8	6.7
05	365	365	366	369	366	1.9	-1.2	179	176	183	185	181	4.0	1.8	90	94	95	90	92	2.6	0.4
06	364	360	363	365	363	2.2	-0.2	178	182	183	179	181	2.4	1.0	88	87	90	91	89	1.6	3.1
07	361	362	361	363	362	1.0	-0.2	181	182	184	182	182	1.3	-0.6	90	89	88	83	90	2.2	2.4
08	360	363	362	362	362	1.3	-0.1	180	179	182	179	180	1.4	0.8	91	90	92	88	90	1.7	1.6
09	362	360	360	360	361	1.0	0.1	183	180	180	180	181	1.5	0.4	93	92	88	92	91	2.2	1.1
10	363	361	363	360	362	1.5	-0.1	182	182	179	182	181	1.5	0.1	92	89	92	89	91	1.7	1.4
				<b>Promedio</b>		1.6	0			<b>Promedio</b>		181	2.4	1			<b>Promedio</b>		90	2.3	3

$$V(\%) = \frac{(Dn - Dp)}{Dn} \times 100$$

$$Dp = Dprom - \delta$$

Donde:  
Dprom : Dimensión promedio  
δ : Desviación estándar  
δV : Variabilidad dimensional en porcentaje  
Dn : Dimensión especificada

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.  
Se adaptó la prueba a la Norma NTP 399.613 para ladrillo de arcilla cocida.

Eje: HLD  
Rev: HLV



**KAE Ingeniería**  
Victor Alfonso Herrera Lazaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 219037

### **Anexo 03.**

Peso promedio de los bloques de adobe patrón

<b>PESO PROMEDIO DE LOS BLOQUES DE ADOBE PATRÓN</b>				
<b>ENSAYOS</b>	<b>MEDIDA (CM)</b>	<b>CANTIDAD DE ADOBES</b>	<b>PESO POR UNIDAD (gr)</b>	<b>PROMEDIO DEL PESO(gr)</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	10x10x10	6	1804.00	1810.33
			1819.00	
			1789.00	
			1794.00	
			1835.00	
			1821.00	
<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	36x18x9	10	10892.00	11000.23
			10850.00	
			10980.00	
			10784.00	
			11130.00	
			11450.00	
			10603.00	
			10700.00	
			10890.00	
			10978.00	
<b>ABSORSIÓN</b>	36x18x9	6	11690.00	11000.23
			11560.00	
			11204.00	
			11054.00	
			10854.00	
			10567.00	
<b>SUCCIÓN</b>	36x18x9	6	10503.00	11000.23
			11030.00	
			11256.00	
			10590.00	
			11511.00	
			10929.00	

## **Anexo 04.**

Dosificación de la fibra de bambú al 5%, 10% y 15%

<b>5%</b>	<b>CANTIDAD DE ADOBES</b>	<b>PESO DE FIBRA DE BAMBU X UNIDAD EN ADOBE (gr)</b>	<b>PESO DE FIBRA DE BAMBU PARA CADA ENSAYO (gr)</b>	<b>PESO TOTAL PARA LA MEZCLA (gr)</b>	<b>PESO TOTAL PARA LA MEZCLA (kg)</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	6	90.5165	543.099	543.099	0.54
<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	10	555.0115	5550.115	12210.253	12.2
<b>ABSORCION</b>	6		3330.069		
<b>SUCCIÓN</b>	6		3330.069		

<b>10%</b>	<b>CANTIDAD DE ADOBES</b>	<b>PESO DE FIBRA DE BAMBU X UNIDAD EN ADOBE (gr)</b>	<b>PESO DE FIBRA DE BAMBU PARA CADA ENSAYO (gr)</b>	<b>PESO TOTAL PARA LA MEZCLA (gr)</b>	<b>PESO TOTAL PARA LA MEZCLA (kg)</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	6	181.033	1086.198	1086.198	1.08
<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	10	1100.023	11000.23	24200.506	24.2
<b>ABSORCION</b>	6		6600.138		
<b>SUCCIÓN</b>	6		6600.138		

<b>15%</b>	<b>CANTIDAD DE ADOBES</b>	<b>PESO DE FIBRA DE BAMBU X UNIDAD EN ADOBE (gr)</b>	<b>PESO DE FIBRA DE BAMBU PARA CADA ENSAYO (gr)</b>	<b>PESO TOTAL PARA LA MEZCLA (gr)</b>	<b>PESO TOTAL PARA LA MEZCLA (kg)</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	6	271.5495	1629.297	1629.297	1.6
<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	10	1650.0345	16500.345	36300.759	36.30
<b>ABSORCION</b>	6		9900.207		
<b>SUCCIÓN</b>	6		9900.207		

## **Anexo 05**

Análisis de Varianza (ANOVA)

RESISTENCIA A LA COMPRESION			
PATRON	5%	10%	15%
10.1	16.7	23.6	11
10.3	17	19.3	18.4
11.2	17.3	19.7	19.3
3.7	16.3	22.8	19.2
11.2	15.1	20.3	17.5
8.5	17.5	21.5	20.6

Observaciones:

\*Valor de la muestra es en kg/cm<sup>2</sup>

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN				
Grupos	Cuanto	Suma	Promedio	Varianza
PATRON + 15% F.B.	6	62.6	10.43333333	0.53467
PATRON + 10% F.B.	6	101.1	16.85	0.387
PATRON + 5% F.B.	6	127.8	21.3	2.62
PATRON	6	112.6	18.76666667	1.93867

ANÁLISIS DE VARIANZA

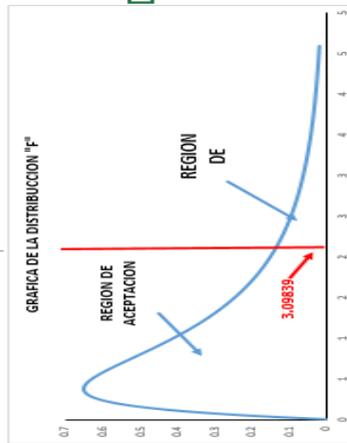
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuanto de los cuantos	F	Probabilidad crítica para F
Entre grupos	387.6345833	3	123.2081844	85.9077	1.341820753
Dentro de los grupos	30.1066667	20	1.505333333		3.09839212
Total	417.74125	23			

RESISTENCIA A LA COMPRESION

RESULTADO

F = 85.9077 < Valor Critico para F = 3.09839212

**= SE RECHAZA LA HIPOTESIS IN**



X	DF_1	DF_2	P(X)
0	4	6	0
0.01	4	6	0.05850655
0.02	4	6	0.09383081
0.03	4	6	0.1449633
0.04	4	6	0.18700059
0.05	4	6	0.226342723
0.06	4	6	0.26200674
0.07	4	6	0.29720403
0.08	4	6	0.332048242
0.09	4	6	0.35663923
0.10	4	6	0.369428098
0.11	4	6	0.4183303
0.12	4	6	0.43573246
0.13	4	6	0.457512961
0.14	4	6	0.477324179
0.15	4	6	0.496737058
0.16	4	6	0.514804566
0.17	4	6	0.53005737
0.18	4	6	0.544728781
0.19	4	6	0.558181066
0.20	4	6	0.570473885
0.21	4	6	0.581632904
0.22	4	6	0.591682459
0.23	4	6	0.601607773
0.24	4	6	0.61142466
0.25	4	6	0.616889321
0.26	4	6	0.622541024
0.27	4	6	0.628431271
0.28	4	6	0.63461696
0.29	4	6	0.639220032
0.30	4	6	0.644300415
0.31	4	6	0.648284652
0.32	4	6	0.649000028
0.33	4	6	0.651198664
0.34	4	6	0.652837229
0.35	4	6	0.654103553
0.36	4	6	0.654326861
0.37	4	6	0.655126336
0.38	4	6	0.655316383

X	DF_1	DF_2
4.523	4	6

PROB. ACUMULADA: 0.350

Buscar objetivo: 7 X

Definir la tabla: F(4,6)

Con el valor: 0.35

Calculando la tabla: F(4,6)

Añadir Cancelar

ABSORCION			
15%	10%	5%	PATRON
5.17	3.52	3.28	0.77
5.02	3.57	3.81	0.83
5.18	3.53	1.83	0.93
5.17	3.53	1.88	0.97
5.25	3.55	2.17	0.87
5.18	3.55	2.25	0.70

### ANALISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

#### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
PATRON+ 15% F.B.	6	30.96666667	5.161111111	0.00596236
PATRON+ 10% F.B.	6	21.25	3.541666667	0.00030556
PATRON+ 5% F.B.	6	15.21666667	2.536111111	0.85998457
PATRON	6	4.866666667	0.811111111	0.01496236

Observaciones:

\* valores de la muestra en Minutos

$t = (N-1) * 100 / 180$

#### ANALISIS DE VARIANZA

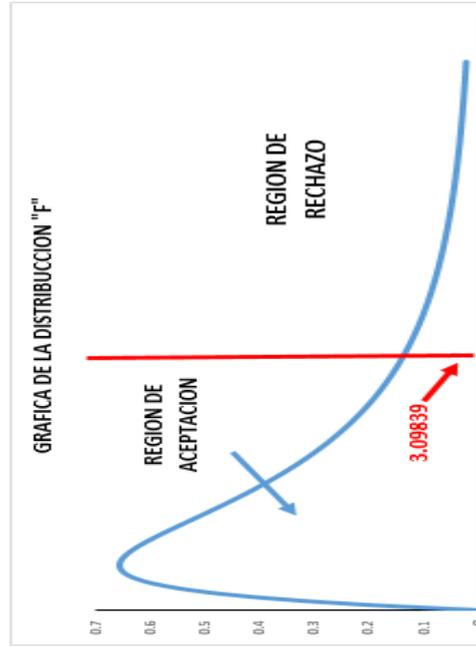
Origen de las variaciones Suma de cuadrados de libertad Promedio de los cuadrados F Probabilidad valor critico para F

Entre grupos	59.81763889	3	19.93921296	117.080113	7.43123279	3.098391212
Dentro de los grupos	3.408080247	20	0.170304012			
<b>TOTAL</b>	<b>63.22571914</b>	<b>23</b>				

#### RESULTADO

F= 117.08 < Valor Critico para F= 3.09839

Ho - SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA



RESISTENCIA A LA COMPRESION

ABSORCION

SUCCION

Hoja1

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR**

SUCCION			
15%	10%	5%	PATRON
40.00	-9.00	8.00	-66.00
-14.00	-13.00	-11.00	-191.00
6.00	32.00	11.00	-148.00
12.00	24.00	11.00	-41.00
35.00	18.00	6.00	-100.00
22.00	14.00	-4.00	-102.00

**RESUMEN**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
PATRON + 15% F.B.	6	105	17.5	428.7
PATRON + 10% F.B.	6	66	11	328.8
PATRON + 5% F.B.	6	21	3.5	81.1
PATRON	6	-648	-108	29668.4

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

*Origen de las variaciones suma de cuadrados de libertad promedio de los cuadrados F Probabilidad critica para F*

Entre grupos	63957	3	21319	22.39979	1.3261012	3.098391212
Dentro de los grupos	19035	20	951.75			
<b>TOTAL</b>	82992	23				

Observaciones:

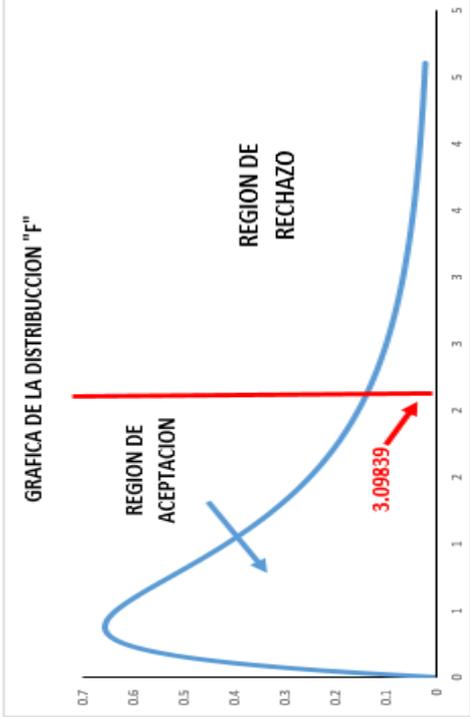
\* valor la de muestra = peso de absorcion en agua (gr)

Fsec - P<sub>suoc</sub> = Pabs

**RESULTADO**

F= 22.3998 < /valor Critico para F= 3.09839

**Ho = SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA**



## **ANEXO 06.**

Norma E.080 adobe

## NORMA E.080

### ADOBE

#### Artículo 1.- ALCANCE

La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño.

El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas.

Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra.

Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a los consideradas en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.

#### Artículo 2.- REQUISITOS GENERALES

- 2.1 El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.
- 2.2 Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.
- 2.3 Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.  
  
Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como las de quincha o similares.
- 2.4 No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.
- 2.5 Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.

#### Artículo 3.- DEFINICIONES

- 3.1 **Adobe**  
Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.
- 3.2 **Adobe Estabilizado**  
Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.
- 3.3 **Mortero**  
Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.
- 3.4 **Arriostre**

Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

**3.5 Altura Libre de Muro**

Es la distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.

**3.6 Largo Efectivo**

Distancia libre horizontal entre elementos de arriostre verticales o entre un elemento de arriostre y un extremo libre.

**3.7 Esbeltez**

Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

**3.8 Muro Arriostrado**

Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales.

**3.9 Extremo Libre de Muro**

Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

**3.10 Vigas Collar o Soleras**

Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal (Ver Artículo 6 (6.3)).

**3.11 Contrafuerte**

Es un arriostre vertical construido con este único fin.

**Artículo 4.- UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE**

**4.1 Requisitos Generales**

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

**4.2 Formas y Dimensiones**

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

**4.3 Recomendaciones para su Elaboración**

Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños. Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas. Secar los adobes bajo sombra.

## 8.2 Resistencia a la Compresión de la Albañilería

La resistencia a la compresión de la albañilería podrá determinarse por:

- a) Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) del orden de aproximadamente tres (3), debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad.

El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 2 cm. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 6.

El tiempo de secado del mortero de las pilas será de 30 días y el número mínimo de pilas a ensayar será de tres (3).

Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo último  $f_m$  en compresión de la pila, considerándose aquel valor que sobrepasa en 2 de la 3 pilas ensayadas.

Es esfuerzo admisible a compresión del muro ( $f_m$ ) se obtendrá con la siguiente expresión:

$$f_m = 0,25 f_m$$

Donde:

$f_m$  = esfuerzo de compresión último de la pila

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

$$f_m = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$$

## 8.3 Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será:  $1,25 f_m$

## 8.4 Resistencia al Corte de la Albañilería

La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra.

La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 7.

Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.

El esfuerzo admisible al corte del muro ( $V_m$ ) se obtendrá con la expresión:

$$V_m = 0,4 f_c$$

Donde:

## **Anexo 07.**

MTC E 107

Análisis Granulométrico de suelos por tamizado.



## MTC E 107

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

#### 1.0 OBJETO

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 mm (Nº 200).

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C.

##### 4.2 MATERIALES

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075

4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.

4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

## 5.0 MUESTRA

5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral **4.1.1**.

5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

## 6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).

6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:



TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recomendando circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apesadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

## 6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.

- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.

- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.

- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.

- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.

- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.



6.2.12 Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C y se pesa.

6.2.13 Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones 6.1.2 y 6.1.3.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

7.1.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4):

7.1.1.1 Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

7.1.1.2 Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.

7.1.1.3 Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

7.1.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.2.1 Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.2 Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.3 Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

7.1.2.4 Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire  
W<sub>1</sub> = Peso de suelo secado en el horno

### 7.2 INFORME

7.2.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprende un ensayo completo de sedimentación.



## MTC E 108

### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.
- 2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

**Nota 1.** (\*) El secado en horno siguiendo en método (a 110 ° C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelos contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

#### 4.0 EQUIPOS y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- 4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:

De 0,01 g para muestras de menos de 200 g

De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

##### 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

**Nota 2.** Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.

- 4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver [Sección 6.3.5](#) del presente ensayo).

**Nota 3.** El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

- 4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

- 4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.



## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.
- 5.2 La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### 6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

- 6.1.1 Para los contenidos de humedad que se determinan en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.
- 6.1.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

**Nota.-** \* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

- 6.1.3 El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.1.2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.
- 6.1.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.
- 6.1.5 Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.
- 6.2 SELECCION DEL ESPECIMEN DE ENSAYO
- 6.2.1 Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).

- 6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):
- Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
  - Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
  - Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
- 6.2.3 En muestras intactas tales como: bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.
- Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm., o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
  - Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 6.2.3.c. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

**Nota 4.** El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

### 6.3 PROCEDIMIENTO

- 6.3.1 Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
- 6.3.2 Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la [sección 6.2](#) de este ensayo.
- 6.3.3 Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase 4.1.2 de este ensayo) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

**Nota 5.** Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos del laboratorio. Los números de las tapas deberán ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

**Nota 6.** Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

- 6.3.4 Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5$  °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.



**Nota 7.** En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos períodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0,1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado.

**Nota 8.** Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos, deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno. Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas.

- 6.3.5 Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza usada en 6.3.3 de este ensayo. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

**Nota 9.** Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1. CALCULOS

- 7.1.1 Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$
$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)
- $M_{CWS}$  = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- $M_{CS}$  = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- $M_C$  = es el peso del contenedor, en gramos

### 7.3 INFORME

- 7.3.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- a) La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
- b) El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1 % ó al 0,1 %, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad.
- c) Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en 6.1.2 de este ensayo.
- d) Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
- e) Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a  $110 \pm 5$  °C.
- f) Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo.

## **Anexo 08.**

MTC E 110

Determinación del límite líquido de los suelos



## MTC E 110

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

**Discusión:** Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

#### 4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.

- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.

De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.

- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.



- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.
- 4.2 MATERIALES
- 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"- 4") de longitud y 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ") de ancho aproximadamente.
- 4.3 INSUMOS
- 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.
- 5.0 MUESTRA
- 5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz  $425 \mu\text{m}$  (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.
- 6.0 PROCEDIMIENTO
- Multipunto**
- 6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.

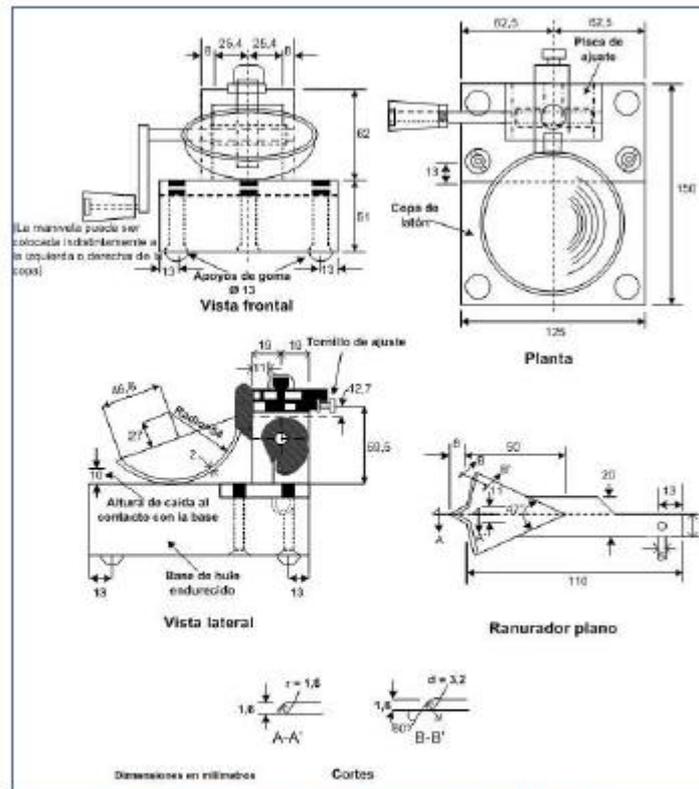
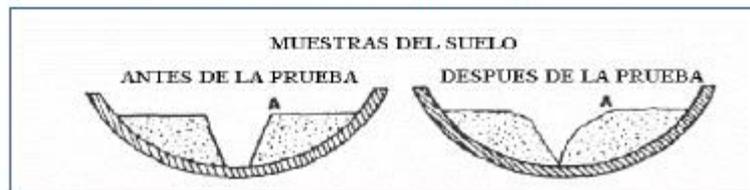


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
- 6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).
 

**Nota1.** Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con



la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

- 6.4 Registrar el número de golpes,  $N$ , necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- 6.5 Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- 6.6 Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.
- 6.7 Determinar el contenido de humedad,  $W^n$ , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

**Un punto**

- 6.8 El ensayo se efectúa en la misma

**7.0 CALCULOS**

**(Multipunto)**

- 7.1 Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W^n$ , y el número de golpes correspondientes,  $N$ , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.
- 7.2 Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

**(Un punto)**

- 7.3 Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

- $N$  = Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad,
- $W^n$  = Contenido de humedad del suelo,
- $K$  = factor dado en la tabla A.1

**Tabla A -1**

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

**Tabla 1**  
**Tabla de estimados de precisión.**

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Líquido	0,8	2,4
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Líquido	3,5	9,9

**8.0 PRECISION Y DISPERSION**

**8.1 PRECISION**

8.1.1 El criterio para aceptar la aceptación de los resultados de los ensayos de límite líquido obtenido por este método de ensayo.

**8.2 DISPERSION**

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.

## **Anexo 09.**

### **MTC E-111**

Determinación del límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P).



## MTC E 111

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
- 2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los plásticos de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C.

- 4.1.5 Tamiz, de 426 µm (Nº 40).

- 4.1.6 Agua destilada.

- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.

- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

##### 5.0 MUESTRA

- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 µm (Nº 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado



en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

**6.0 PROCEDIMIENTO**

6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.

6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

**7.0 CALCULOS E INFORME**

**7.1 CALCULOS**

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

**Tabla 1**  
**Tabla de estimados de precisión.**

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Plástico	0,9	2,6
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

**7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD**

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

- L.L. = Límite Líquido
- P.L. = Límite Plástico
- L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

## **Anexo 10.**

Evidencias fotográficas.



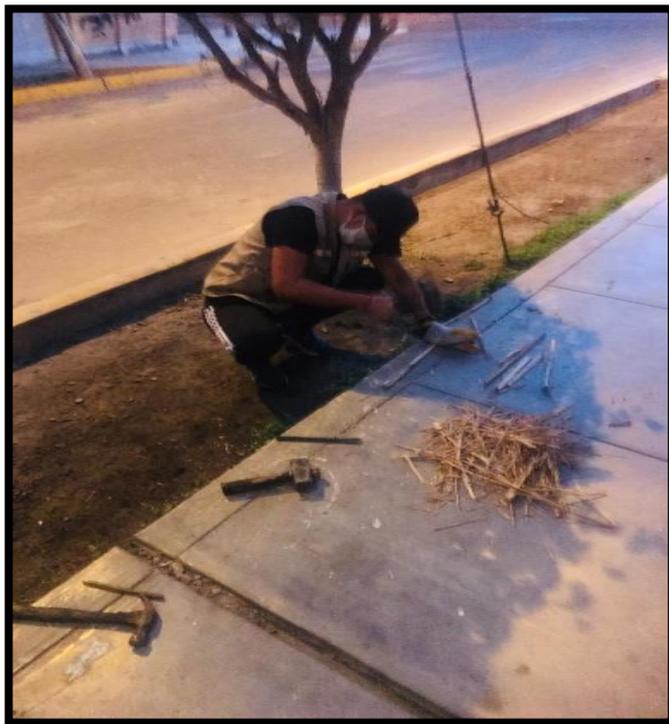
Fotografía: medición de altura de cantera “Cambio Puente”



Fotografía: Cantera “cambio Puente”



Fotografía:



Fotografía: Trituración de Fibra de bambú





Fotografía: golpes en la copa Casagrande



Fotografía: Ensayo de límites de consistencia



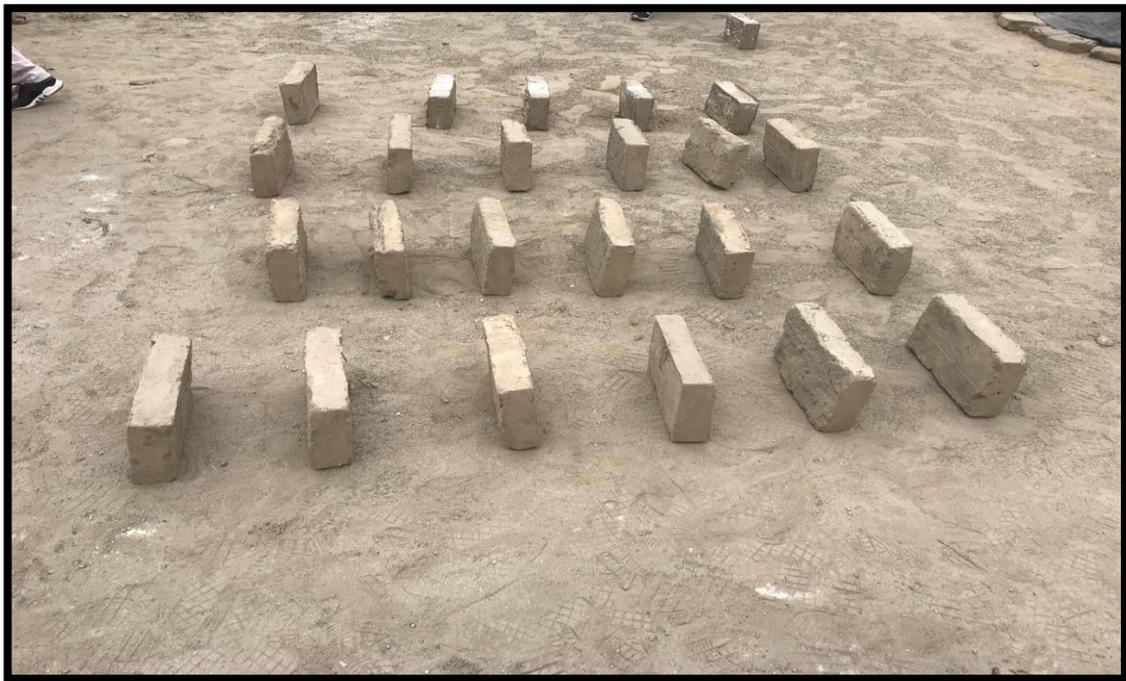
Fotografía: Fabricación de Bloques de adobe



Fotografía: Diseño de moldes de adobe



Fotografía: Secado de Bloques de Adobe



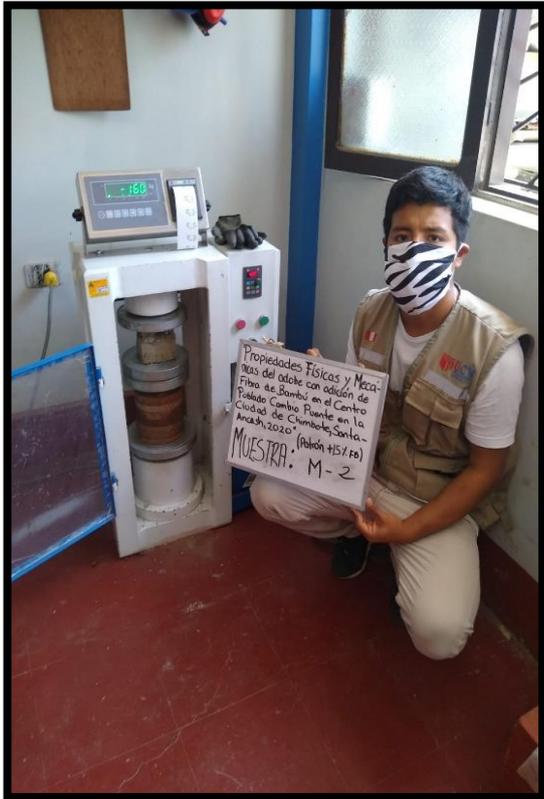
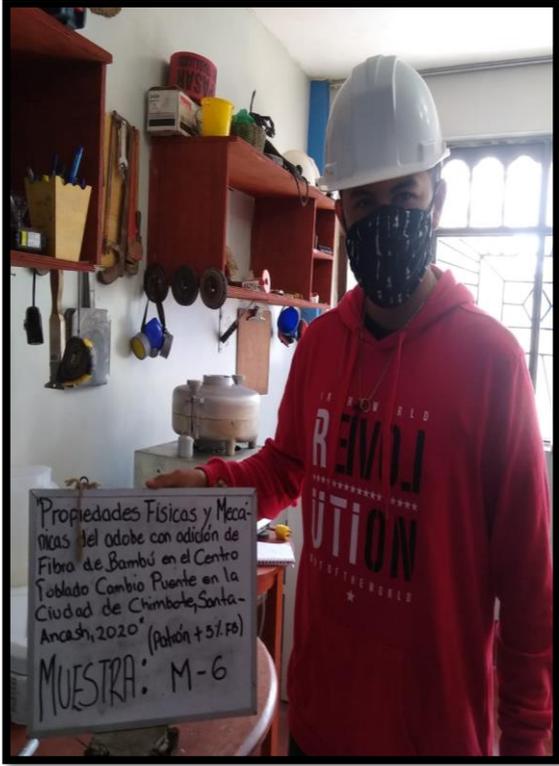
Fotografía: Secado de Bloques de Adobe



Fotografía: adición de fibra de bambú a la mezcla



Fotografía: Fibra de bambu







## ANEXO 13 : Declaratoria de Autenticidad de Autores.

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES

Nosotros, ARTEAGA VASQUEZ FERNANDO ALEXIS y WONG PEREZ LUIS JOHAN, alumnos de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo - Chimbote, declaramos bajo juramento que Todos los datos e información que acompañan al Trabajo de tesis titulado “Propiedades físicas y mecánicas del adobe con adición de fibra de bambú en el centro poblado Cambio Puente de la ciudad de Chimbote, Santa – Ancash- 2020”, son:

1. De nuestra autoría.
2. El presente Trabajo de Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

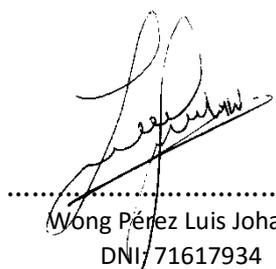
En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 24 de junio del 2020



.....  
DNI: 73144692

Arteaga Vásquez Fernando Alexis  
DNI: 73144692



.....  
DNI: 71617934

Wong Pérez Luis Johan  
DNI: 71617934