



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el  
diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura - 2020**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Huarancca Quito, Erlin (ORCID:0000-0003-2287-9848)

Vasquez Ramirez, Jhon Ancelmo (ORCID: 0000-0002-4570-4816)

**ASESORA:**

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto (ORCID:0000-0003-1304-5008)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

Primeramente, agradecemos a Dios por brindarnos la fortaleza y guiarnos por el camino del bien y permitirnos tener la fortaleza y dedicación durante nuestra formación universitaria. En segundo lugar, agradecemos a nuestros padres, hermanos y familiares por el apoyo incondicional, tanto económico como emocional para poder estudiar una carrera universitaria donde nos permitirá ser mejores personas en el futuro y dar una mejor calidad de vida a nuestros padres.

### **Agradecimiento**

Agradecemos a todas las instituciones que hicieron posible con su aporte desarrollar este proyecto de investigación con los diferentes materiales, instalaciones, laboratorios, por ello nos es grato dar nuestro fraternal agradecimiento por haber facilitado sus instalaciones para el desarrollo de la tesis.

Al Mag. Diaz Huiza, Luis Humberto por su importante aporte como asesor durante todo el Desarrollo del proyecto y desarrollo de la tesis.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización .....	20
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	25
3.5. Procedimientos .....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos Éticos .....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES .....	73
VII. RECOMENDACIONES .....	76
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS .....	85

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje de los principales componentes de la cascarilla de arroz .....	9
<b>Tabla 2.</b> Composición química de la cascarilla de arroz .....	10
<b>Tabla 3.</b> Características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz .....	10
<b>Tabla 4.</b> Estudios sobre alternativas del uso de cascarilla de arroz .....	11
<b>Tabla 5.</b> Matriz de operacionalización de variables.....	21
<b>Tabla 6.</b> Cantidad de bloques y pilas .....	22
<b>Tabla 7.</b> Muestras sometidas al ensayo de compresión.....	23
<b>Tabla 8.</b> Muestras sometidas al ensayo de flexión.....	23
<b>Tabla 9.</b> Muestras sometidas al ensayo de absorción.....	24
<b>Tabla 10.</b> Cálculo para el contenido de humedad del suelo .....	33
<b>Tabla 11.</b> Ensayo de límites de consistencia .....	37
<b>Tabla 12.</b> Ficha Técnica de la cascarilla de arroz .....	38
<b>Tabla 13.</b> Diseño de mezcla .....	40
<b>Tabla 14.</b> Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra patrón .....	42
<b>Tabla 15.</b> Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra de 3% .....	43
<b>Tabla 16.</b> Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra de 6% .....	44
<b>Tabla 17.</b> Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra de 9% .....	45
<b>Tabla 18.</b> Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de patrón .....	47
<b>Tabla 19.</b> Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de 3% .....	48
<b>Tabla 20.</b> Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de 6% .....	49
<b>Tabla 21.</b> Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de 9% .....	50
<b>Tabla 22.</b> Resultados de la absorción de agua de la muestra patrón.....	52
<b>Tabla 23.</b> Resultados de la absorción de agua de la muestra de 3%.....	53
<b>Tabla 24.</b> Resultados de la absorción de agua de la muestra de 6%.....	54
<b>Tabla 25.</b> Resultados de la absorción de agua de la muestra de 9%.....	55
<b>Tabla 26.</b> Resultados de la compresión en pilas de la muestra patrón .....	56
<b>Tabla 27.</b> Resultados de la compresión en pilas de la muestra con 3%.....	58
<b>Tabla 28.</b> Resultados de la compresión en pilas de la muestra con 6%.....	59
<b>Tabla 29.</b> Resultados de la compresión en pilas de la muestra con 9%.....	60
<b>Tabla 30.</b> Valores del ensayo a compresión adicionando cascarilla de arroz.....	61
<b>Tabla 31.</b> Valores del ensayo a flexión adicionando cascarilla de arroz.....	64

<b>Tabla 32.</b> Valores del ensayo a compresión de pilas adicionando cascarilla de arroz .....	67
<b>Tabla 33.</b> Valores del ensayo de absorción adicionando cascarilla de arroz.....	69
<b>Tabla 34:</b> Matriz de consistencia .....	85

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Cascarilla de arroz. ....	9
<b>Figura 2.</b> Ensayo de compresión en bloque de adobe.....	16
<b>Figura 3.</b> Resistencia a la compresión en pilas de adobe.....	17
<b>Figura 4.</b> Ensayo a flexión en bloque de adobe.....	18
<b>Figura 5.</b> Prueba cinta de barro. ....	28
<b>Figura 6.</b> Presencia de arcilla o resistencia seca.....	29
<b>Figura 7.</b> Presión a la bola de tierra.....	30
<b>Figura 8.</b> Dosificación suelo-arena gruesa más óptima .....	31
<b>Figura 9.</b> Secado de la muestra.....	32
<b>Figura 10.</b> Tamizado del material de la malla N° 4 a malla N° 200. ....	34
<b>Figura 11.</b> Curva Granulométrica. ....	34
<b>Figura 12.</b> Cuchara de Casagrande. ....	36
<b>Figura 13.</b> Gráfica en relación de la humedad y el número de golpes .....	37
<b>Figura 14.</b> Resistencia a la compresión en bloques con 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz. ....	46
<b>Figura 15.</b> Resistencia a la flexión en bloques con 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz.....	51
<b>Figura 16.</b> Absorción de agua en 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz. ....	55
<b>Figura 17.</b> Factores de corrección por esbeltez.....	57
<b>Figura 18.</b> Resistencia a la compresión de pilas en 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz. ....	60
<b>Figura 19.</b> Cascarilla de arroz como subproducto. ....	119
<b>Figura 20.</b> Balanza y recipiente. ....	119
<b>Figura 21.</b> Molde de madera 25x13x10 cm. ....	120
<b>Figura 22.</b> Molde de fierro 25x13x10 cm. ....	120
<b>Figura 23.</b> Humedecimiento de la tierra.....	121
<b>Figura 24.</b> Preparación de la mezcla. ....	121
<b>Figura 25.</b> Tierra y cascarilla de arroz. ....	122
<b>Figura 26.</b> Mezcla con la cascarilla de arroz.....	122
<b>Figura 27.</b> Mojado del molde de 25x13x10 cm. ....	123
<b>Figura 28.</b> Muestra del adobe de 10x10x10 cm.....	123

<b>Figura 29.</b> Muestra con 3% de cascarilla de arroz. ....	124
<b>Figura 30.</b> Muestra con 6% de cascarilla de arroz. ....	124
<b>Figura 31.</b> Muestra con 9% de cascarilla de arroz. ....	125
<b>Figura 32.</b> Muestras de compresión 10x10x10 cm. ....	125
<b>Figura 33.</b> Peso de la muestra (10x10x10cm) con 9 % de cascarilla de arroz. ..	126
<b>Figura 34.</b> Peso de la muestra (10x10x10cm) con 6 % de cascarilla de arroz. ..	126
<b>Figura 35.</b> Peso de la muestra (10x10x10cm) con 3% de cascarilla de arroz. ...	127
<b>Figura 36.</b> Refrentado de la muestra de 10x10x10 cm. ....	127
<b>Figura 37.</b> Máquina usada para los ensayos. ....	128
<b>Figura 38.</b> Ensayo a compresión en el molde de 10x10x10 cm. ....	128
<b>Figura 39.</b> Ensayo de flexión en la muestra de 25x13x10 cm. ....	129
<b>Figura 40.</b> Emparedados de adobe. ....	129
<b>Figura 41.</b> Pilas de adobe. ....	130
<b>Figura 42.</b> Ensayo de compresión en pilas de adobe. ....	130
<b>Figura 43.</b> Ensayo de absorción del adobe. ....	130
<b>Figura 44.</b> Pesado del bloque de adobe. ....	130

## Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo principal, determinar la factibilidad de la cascarilla de arroz en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020 y como objetivos específicos calcular las propiedades físicas y mecánicas del adobe e identificar el más óptimo a usar. Asimismo, estos esfuerzos se determinaron en los porcentajes de 3, 6, 9 % de cascarilla de arroz y una muestra patrón para los ensayos de compresión en bloques y pilas, flexión y absorción; estos dos últimos solo en bloques.

Esta investigación se desarrolló debido a que existe una gran problemática de que la cascarilla de arroz es desechada en las zonas rurales del distrito de San Miguel - Piura, por ello se desarrolla esta presente tesis para adicionar este sub producto, y mejorar sus propiedades físicas y mecánicas del adobe. Esta tesis es experimental y aplicada, ya que indica a resolver un problema y se realizaron ensayos para determinar su validez. Este se desarrolló con una población de 48 unidades de adobe con adición de cascarilla de arroz y 16 con 1% de paja como patrón, aplicando los instrumentos y normas que indica la RNE E-080 de tierra Reforzada. Asimismo, nos da como referencia una resistencia mínima de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> para compresión en bloques y una resistencia a compresión de pilas de 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.

Se concluye que la adición de cascarilla de arroz en las unidades de adobe con diferentes dosificaciones (3%, 6% y 9%), aumentaron su resistencia y porcentaje de absorción, de modo que, se pudo demostrar mediante los ensayos de laboratorio, que al adicionar la cascarilla de arroz no reduce su absorción de agua (que es lo que se buscaba), más en sus propiedades mecánicas de las unidades de adobe, bloques y pilas, se logra incrementar estos esfuerzos comparados a los que se obtiene normalmente con la paja.

**Palabras Claves:** Resistencia, mejoramiento del adobe, cascarilla de arroz.

## **Abstract**

The main objective of this thesis was to determine the feasibility of rice husk in the improvement of adobe for the design of single-family homes in San Miguel-Piura-2020 and as specific objectives to calculate the physical and mechanical properties of adobe and identify the most optimal to use. Likewise, these stresses were determined in the percentages of 3, 6, 9% of rice husk and a standard sample for the compression tests in blocks and piles, bending and absorption; these last two only in blocks.

This research was developed due to the fact that there is a great problem that the rice husk is discarded in the rural areas of the district of San Miguel - Piura, therefore this thesis is being developed to add this by-product, and improve its physical properties and adobe mechanics. This thesis is experimental and applied, since it indicates to solve a problem and tests were carried out to determine its validity. This was developed with a population of 48 adobe units with the addition of rice husk and 16 with 1% straw as a standard, applying the instruments and standards indicated in RNE E-080 for Reinforced Earth. Likewise, it gives us as a reference a minimum resistance of 10.2 kg / cm<sup>2</sup> for compression in blocks and a compression resistance of piles of 6.12 kg / cm<sup>2</sup>.

It is concluded that the addition of rice husk in the adobe units with different dosages (3%, 6% and 9%), increased their resistance and absorption percentage, so that it could be demonstrated by laboratory tests that By adding the rice husk it does not reduce its water absorption (which is what was sought), more in its mechanical properties of the adobe units, blocks and piles, it is possible to increase these efforts compared to those normally obtained with the straw.

**Keywords:** Resistance, adobe improvement, rice husk.

## I. INTRODUCCIÓN

El adobe es una de las técnicas más antiguas usadas en la construcción a nivel mundial, su uso ha sido registrado en muchos lugares del mundo, teniendo más de 10 mil años en la historia. Hassan Fathy (1899-1989) fue un arquitecto egipcio, pionero en el uso del adobe, empleo métodos antiguos de diseño que, gracias a ello, los habitantes pudieron construir sus propias viviendas en una de las ciudades más antiguas de Anatolia (Turquía) – Catal Hüyük. Del VII milenio antes de cristo, se hacía uso ya del adobe elaborado con limo del Nilo, en la construcción de viviendas, tumbas, fortalezas, e incluso palacios (Llerena, 2008, párr.1).

En Perú existen numerosas construcciones de adobe, la ciudad de Chan Chan perteneciente a la cultura Chimú (1200-1480), es una clara referencia en cuanto a construcción a base este material, es más, es considerada la más grande de América y la segunda en el mundo. La construcción en nuestro país se remonta a épocas prehispánicas, el uso del adobe se ha extendido a lo largo de nuestra historia fundamentalmente por ser de fácil obtención. “A su vez gracias al adobe nos permite construir viviendas a bajo costo, menor impacto ambiental y también nos permite usar nuestro propio recurso local, generalmente la mayoría de insumos lo tenemos en el lugar de obra” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p. 5).

Por esa razón se buscan nuevas mejoras y prácticas fáciles de ejecutar especialmente en zonas rurales que es donde se hace mayor uso del adobe, optando por nuevos aditivos o agregados, debido a los contras que conlleva construir con este material como, por ejemplo, la alta capacidad de absorción de agua, lo cual hace que el adobe poco a poco empiece a “degradarse” por ende perder resistencia y continuamente llegar al colapso en el caso de muros. A raíz de esta problemática tenemos por objetivo usar la cascarilla de arroz como aditivo en la producción de bloques de adobe (que es como mayormente se usa), pues aparte de brindar menor capacidad de absorción de agua al adobe (debido a la composición con la cual cuenta está), la cascarilla de arroz puede ser empleado desde un punto de vista de reutilización ya que, este material llega a desecharse en grandes cantidades anualmente debido a su costoso y difícil almacenamiento.

Según el IV censo nacional, Piura produce 2.6% de arroz al año, el volumen que produce es de 10,8 miles de Tn, y a su vez cuentan con 78 molinos activos, por lo cual grandes cantidades de cascarilla de arroz son almacenadas durante el año. “Existe un gran descontento por parte de los productores (se ha entrevistado a algunos que se encontraban en los molinos) por la reducción de los precios de arroz y cáscara que les pagan los molineros, que no justifican en muchos casos sus costos de producción. El precio de arroz cáscara está por debajo de un sol” (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019, p.11).

La ciudad de San Miguel de Piura se encuentra a 987 kilómetros de Lima, la ciudad presenta efectos climáticos que son perjudiciales para la población, pues presenta mucha lluvia durante el año, a su vez también el fenómeno del niño, ocasionado inundaciones y la pérdida de muchas viviendas. El adobe llega a ser una de las soluciones más rentables y sostenibles para la construcción de viviendas y que a su vez implementando la cascarilla de arroz sus propiedades y resistencia puedan mejorar ante estas amenazas. El adobe es muy trabajable y fácil de modificar, además cuenta con muchas ventajas como aislamiento térmico, acústico y gracias a su elaboración a mano mediante moldes no se hace uso de ningún tipo de energía ni tampoco elemento químico.

Es por ello que la presente investigación, busca seguir ampliando el marco de la investigación del adobe, proponiendo una alternativa para mejorar sus propiedades mecánicas y físicas (compresión, flexión y absorción de agua), adicionando, en este caso cascarilla de arroz.

## **Formulación del problema**

### **Problema general**

¿Qué tan factible es la cascarilla de arroz en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?

### **Problemas específicos**

P.E.1: ¿La adición de cascarilla de arroz favorecerá las propiedades físicas y mecánicas del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?

P.E.2: ¿Cuál es el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, en el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?

P.E.3: ¿Cuál es el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para reducir la absorción de agua del adobe, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?

## **Justificación de la investigación**

### **Justificación práctica**

Hoy en día existen mejoramientos de bloques de adobe por diferentes tipos de elementos o adición, por ende, se pueden clasificar: aditivos minerales, escoria de fundición, productos sintéticos, polímeros naturales, entre otros. En cuenta a ello, en nuestra investigación se toma en cuenta el uso de fibras naturales cumpliendo las funciones de la ciencia de analizar, identificar y comparar; el cómo incide en este caso la cascarilla de arroz como agregado en el adobe.

Por esta razón, este proyecto promueve el uso de la cascarilla de arroz en el adobe para brindar una mayor fortaleza, sin la necesidad de añadir elementos químicos o externos que no hacen más que contaminar el medio ambiente o simplemente no brindar ningún aporte al adobe.

### **Justificación teórica**

La inclusión de la cascarilla de arroz en el adobe pretende también mejorar la calidad y el tiempo de vida de las estructuras diseñadas a partir de este material, además busca incluir una nueva técnica en la sociedad la cual brinde mejores resistencias y, por consiguiente, uso de fibras naturales.

El presente proyecto pretende brindar información y aportes a trabajos de investigación futuros y ya realizados, sobre el mejoramiento del adobe adicionando fibras naturales, en esta ocasión agregando la cascarilla de arroz.

### **Justificación metodológica**

La validez metodológica de esta investigación se basa en la cuantificación de datos adquiridos en los ensayos de laboratorio, de esta manera logrando la aprobación o contradicción de las hipótesis.

Para la obtención de resultados se realizarán bloques y pilas de adobe sin y con adición de la cascarilla de arroz en los respectivos porcentajes de 3%, 6% y 9% para luego proceder a ejecutar los ensayos de compresión, flexión y absorción de agua; compararlos, y esperar lograr las hipótesis planteadas.

### **Justificación económica**

La principal actividad económica de nuestro lugar de investigación (Piura) es el cultivo de arroz, de la cual se obtiene el subproducto: cascarilla de arroz. Hoy en día existen muchos estudios que justifican los beneficios que brinda el uso de la cascarilla de arroz como, por ejemplo: el uso de sus cenizas en la producción de cemento, el cual ofrece una mayor resistencia (debido a sus características físicas y mecánicas), por ende, economiza el precio del insumo y disminuye el uso de la materia prima usada en su elaboración.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la factibilidad de la cascarilla de arroz en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020.

### **Objetivos específicos**

O.E.1: Calcular las propiedades físicas y mecánicas del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020.

O.E.2: Determinar el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del adobe en el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020.

O.E.3: Identificar el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para reducir la absorción de agua del adobe, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

La cascarilla de arroz es factible significativamente en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020

### **Hipótesis específicas**

H.E.1: La incorporación de cascarilla de arroz en el adobe favorecerá las propiedades físicas y mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020

H.E.2: El porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, es igual al 6%, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020

H.E.3: El porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para minimizar la absorción de agua del adobe, es igual al 3%, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020

## II. MARCO TEÓRICO

### Nacionales

En la tesis titulada “Evaluación de niveles de cascara de arroz y su influencia sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de adobe. Zungaro Cocha, 2016”, tiene como **objetivo** determinar si los diferentes niveles de cascara de arroz influyen sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de adobe. Por otro lado, la **metodología** usada es del nivel descriptivo y explicativo. Se **concluye** que, en cuanto a la resistencia a la compresión del adobe, el (40%) ocupa el primer lugar con el promedio de 80.58 cm<sup>2</sup> superando estadísticamente en los demás tratamientos donde T1 (10%) ocupó el último lugar con un promedio de 27.84 cm<sup>2</sup>. (Manrique Julio, 2017, págs. 3, 31, 45)

En la tesis titulada “Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con ceniza de cascara de huevo y cascara de arroz” tiene como **objetivo** determinar la resistencia a la compresión en adobe, cuyas unidades serán estabilizadas en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz. Por otro lado, la **metodología** usada es experimental, del nivel descriptivo y explicativo. Se **concluye** que, al evaluar el crecimiento de la resistencia, los adobe experimentales 1 y 2 no lograron superar al promedio de la resistencia a la compresión del adobe patrón; pero se puede apreciar que el adobe experimental 2 obtuvo una resistencia mayor que el adobe experimental 1; estableciendo que, a mayor concentración de óxido de silicio la resistencia que adquiere se desarrolla a mayor periodo de secado. (León Bryan, 2019, págs. 26, 28, 60)

En la tesis titulada “Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna”, indicó como **objetivo** determinar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna en diferentes porcentajes. En la cual se llegó a la **conclusión** de que la hipótesis ha sido parcialmente demostrada, el adobe compactado con adición de goma de tuna en porcentajes de 5%, 10% y 15% aumentan la resistencia a compresión y flexión hasta un 43% y 42 % respectivamente en comparación con la

muestra patrón sin aditivo y para la absorción de agua la muestra patrón no resistió la prueba, pero los bloques de adobe con 10% de aditivo aumenta hasta un 15% en comparación a los bloques de adobe con 5% de goma de tuna. (Bolaños Juan, 2016, págs. 20, 69)

## **Internacionales**

En la tesis titulada “Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio”, indico como **objetivo** analizar y comparar las propiedades mecánicas de adobes reforzados con fibra de vidrio en relación con los adobes tradicionales de San José de Balzay. En la cual se llegó a la **conclusión** que tanto los ensayos de campo como los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas de la muestra de suelo, dieron resultados similares, por lo que se añade que los ensayos de campo son lo bastante buenos para conocer la composición del suelo. En el caso de la resistencia a la tracción, las varillas de fibra de vidrio ensayadas dieron un resultado de alrededor del 50 por ciento de lo especificado por el fabricante. Las mejoras en las propiedades mecánicas de la unidad de adobe son fundamentales puesto que garantizan la preservación de la arquitectura patrimonial, así como también para la protección de la integridad física de las viviendas construidas en adobe. Puesto que hablar de conservación no implica únicamente recuperar y revalorizar la arquitectura actual en tierra sino ésta implica investigación, revalorización y difusión de estas técnicas constructivas, las cuales han sobrevivido varios cientos de años hasta la actualidad. En fin, es de vital importancia mostrar el potencial que la arquitectura en tierra presenta, teniendo en cuenta la competencia que existe con la tecnología de hoy. (Chuya Eva y Ayala María, 2018, págs. 1, 57)

En la tesis titulada “Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala”, indico como **objetivo** obtener la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con estiércol de vaca, sangre de toro, savia de penca de tuna y paja; determinar su

comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Se llegó a la **conclusión** que los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y estiércol de vaca alcanzan una resistencia a compresión de 11,29 kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días, logrando un incremento de la resistencia a compresión del 14,74% con respecto al adobe artesanal básico. (Llumitasig Sandra y Siza Ana, 2017, págs. 5, 70)

En la tesis titulada “Prototipo de vivienda social modular emergente, con adobe estabilizado, para el caso de erupción del volcán Cotopaxi”, señaló como **objetivo** general diseñar un modelo de vivienda social emergente en zonas no riesgosas en caso de erupción con unidades de adobe estabilizado en el lugar de Latacunga en Ecuador, en la cual llegó a la **conclusión** que: 1) las viviendas de Ecuador tienen una baja calidad de construcción, los programas que se presentan se preocupan sobre la vivienda social por la cantidad de vivienda construida, 2) los profesionales que los construyen se olvidan por un momento sus papeles como investigadores y se basan en los criterios corrientes, ya que no funciona en esos lugares pequeños, donde lo prioritario es la seguridad, 3) se dejó de lado la construcción con adobe y otros materiales tradicionales, se está reemplazando con mejores materiales prefabricados que se requiere de especialistas, así se está dejando al olvido las construcciones con materiales ancestrales como el adobe, con un uso correcto llega a ser más efectivo y económico. (Torres Myriam, 2017, págs. 9, 147)

### **Cascarilla de arroz**

Es un subproducto obtenido del proceso industrial del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo. Está constituida mayormente por la parte externa del grano. La cascarilla de arroz es de consistencia frágil, rugosa, y su color varía del pardo rojizo a la púrpura oscura. Por su apariencia cóncava y consistencia liviana es fácilmente volátil (baja densidad), por lo cual al apilarse ocupa grandes espacios (Varón, 2005, p. 129).

Según Kim (como se citó en Piñeros et al., 2011, p. 7), “[...] la cascarilla de arroz es fuente biológica de silicatos en la forma de tridimita y cristobalita, cuyas microestructuras han sido estudiadas en la adsorción de ácidos grasos libres desde aceite de soya desgomado”.

La cascarilla de arroz “[...] tiene unas características muy marcadas de porosidad, actividad de agua, compactación, pH y balance de nutrientes, entre otros”. Tal como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Cascarilla de arroz.

En la tabla 1 se puede observar los componentes con la cual cuenta la cascarilla de arroz.

**Tabla 1.** *Porcentaje de los principales componentes de la cascarilla de arroz*

<b>ANÁLISIS COMPOSICIONAL</b>	<b>% ABUNDANCIA</b>	<b>% PROMEDIO REPORTADO</b>
Celulosa	60.12	41.20
Hemicelulosa	11.19	21.00
Lignina	6.66	22.40
Cenizas	15.90	17.40

**Fuente:** Herrera, Hormaza y Gallego (2011)

“El descascarado, como su nombre lo indica, consiste en retirar la cascara de arroz paddy seco, obteniendo los dos primeros subproductos del proceso: el arroz integral (cargó) o brown y la cascarilla de arroz” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, 2006, p. 375).

Las siguientes tablas 2 y 3 muestran la composición química y características fisicoquímicas propias de la cascarilla de arroz.

**Tabla 2.** *Composición química de la cascarilla de arroz*

<b>COMPONENTE</b>	<b>%</b>
Carbono	39.1
Hidrógeno	5.2
Nitrógeno	0.6
Oxígeno	37.2
Azufre	0.1
Cenizas	17.8
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Malik (2003).

**Tabla 3.** *Características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad aparente	g/ml	0.73
Contenido de humedad	%	6.62
Contenido de ceniza	%	45.97
Tamaño de partícula	µm	200.00
Área superficial	m <sup>2</sup> /g	272.50
Acidez superficial	meq/gm	0.10
Basicidad superficial	meq/gm	0.45

**Fuente:** Varón (2005)

## Usos de la cascarilla de arroz

Dada la importante generación y acumulación, se ha visto diversos métodos para hacer uso de este componente en los diferentes campos. Así lograr materiales que se usen de manera inmediata y directa a través de etapas previas, las cuales posibiliten el posterior uso del residuo pretratado (Prada y E. Cortés, 2010, p. 156).

Los usos que se le puede dar a la cascarilla de arroz son diversos, entre los cuales se tienen los indicados en la tabla 4.

**Tabla 4.** *Estudios sobre alternativas del uso de cascarilla de arroz*

Obtención de etanol por vía fermentativa
Tostado para su uso como sustrato en el cultivo de flores
Generación de energía (ladrilleras, secado de arroz y cereales)
Combustión controlada para su uso como sustrato en cultivos hidropónicos
Obtención de concreto, cemento y cerámicas
Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en compostaje y como lecho filtrante para aguas residuales
Obtención de materiales adsorbentes
Fuente de sustancias químicas (carboximetilcelulosa de sodio; dióxido de SiO <sub>2</sub> , Nitruro de silicio; furfural)
Producción de aglomerados (tableros)
Material aislante en construcción
Cama en avicultura, porcicultura y en transporte de ganado
Cenizas en cultivos (frutas)

**Fuente:** Prada y E. Cortés (2010)

### **Limitantes del uso de cascarilla de arroz**

“Los ensayos de desintegrar la cascarilla de arroz por medios biológicos, se dificultan dado el alto contenido de silicio (cerca del 18%, Tabla 1), elemento que la convierte en un material de muy baja degradabilidad” (Prada y E. Cortés, 2010, p. 157).

Algo similar sucede en el caso de utilizar la cascarilla como relleno en camas para la producción porcícola o avícola. Aunque, en el primer caso (producción porcícola), el uso de la cascarilla, reduce de manera sensible el consumo de agua, puesto que la cama no es exigente en el uso del recurso hídrico en la limpieza (Prada y E. Cortés, 2010, p. 157).

El propósito de adicionar la cascarilla a otros materiales para obtener cementos, concreto, puzolanas o aglomerados, se encuentra con una importante dificultad, debido a que la cascarilla de arroz es muy pobre en los elementos requeridos. Por ejemplo, en el caso de los cementos y los materiales obtenidos a base de la adición de la cascarilla no han recibido amplio uso, a pesar de ser más livianos que los habituales (Prada y E. Cortés, 2010, p. 158).

El uso de la cascarilla como fuente de energía en silos, briquetas, cocinas, etc, se dificulta debido a que esta cuenta con una capacidad calorífica muy inferior a la de los materiales combustibles tradicionales y no es la más alta entre los materiales de desecho, situación que hace que no sea ventajoso utilizarla como fuente de energía (Prada y E. Cortés, 2010, p. 159).

### **Mejoramiento del adobe**

“Cuando al adobe se incorporan 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, se le denomina Adobe Estabilizado” (Edificaciones antisísmicas de adobe, 2010, p. 6).

## **Adobe**

Mingarro sostiene respecto al tema que:

El término de adobe se utiliza para el ladrillo sin cocer, hecho a base de mezclar tierra o barro, arcilla arenosa y arena, hasta llegar a un estado plástico con un contenido en arena elevado para evitar retracciones y agrietamientos durante el secado. A la mezcla en húmedo se le suele añadir junquillo, paja, fragmentos de cuerda, esparto e incluso pelo animal, dejándolo que se seque al sol. (1996, p. 178).

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2019, p. 576), el adobe es una “unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad”.

Según Friesem (como se citó en Pastor, 2017, p. 78), “las construcciones de adobe sufren un proceso de degradación al contacto con agentes medioambientales como el viento o el agua. La lluvia y la humedad ascendente introducen sales solubles que causan la deshidratación de la tierra de los bloques”.

## **Ventajas**

- Regula la humedad interior

El barro es capaz de absorber y expulsar humedad más rápido y en mayor cantidad que ningún otro material de construcción, regulando de este modo la humedad interior y manteniéndola constante sin perder su estabilidad ni sobrepasar su límite en contenido de humedad (5-7% sobre su peso) incluso con humedad del 95% (Arquitectura en barro Ventajas y ejemplos en el mundo, 2016, párr. 2).

- Gran aislante acústico y electromagnético

El aislamiento acústico es de gran calidad, los muros de barro son gruesos y su densidad semejante a la del hormigón armado, con superficies internas rugosas permite amortiguar el sonido fácilmente.

Aísla de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencias las que pueden ser muy dañinas para la salud (Sotomayor, 2018, p. 33)

- Absorbe contaminantes

Los muros de tierra tienen la capacidad de depurar el aire contaminado interior. Es un hecho que los muros de barro pueden absorber contaminantes disueltos en agua, un ejemplo: En Ruhlenben, Berlín. Donde existe una planta depuradora de aguas residuales que usa tierra arcillosa para eliminar fosfatos de 600 m<sup>3</sup> de agua residual diarios (Sotomayor, 2018, p. 34).

- Es reutilizable

El barro crudo puede ser reutilizado indefinidamente como material de construcción con solo remojarlo en agua, con lo que nunca se convertirá en un material de desecho que dañe al medio ambiente debido al ahorro de energía y de muchos recursos naturales necesario para la fabricación de otros materiales (Sotomayor, 2018, p. 34).

- Ahorro de material y transporte

El material para construir el adobe se suele encontrar in situ, esto genera una de las grandes ventajas ya que sus costos como material y su transporte es cero.

La tierra obtenida de las excavaciones para la cimentación se puede usar para la construcción, lo cual reduce costes de movimiento de tierra, materiales. Los revestimientos y/o terminaciones están hechas a base de tierra por lo que también se ahorra en este ítem (Sotomayor, 2018, p. 34).

## **Desventajas**

- El adobe, por su peso no es, en principio, material conveniente para la construcción en altura.
- Tampoco se debe utilizar este material en zonas que tengan riesgo de movimientos sísmicos.
- Vulnerable a la humedad, zonas de clima muy húmedo, sitios caracterizados por tener de forma habitual, un alto índice de humedad ambiental. (Moraga y Cruz, 2012, p. 7)

## Resistencia a la compresión en cubos

La resistencia a la compresión es, por sí sola, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los valores bajos, en cambio son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable (Gallegos, 2005, p. 111).

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2019, p. 585), los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos) se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1m de arista.
- b) La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente:  $F'c = 1.0\text{MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$ .
- c) Los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

$$C = \frac{Pu}{a \times l} \quad \text{Ecuación de la resistencia a la compresión}$$

Dónde:

C = Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

Pu = Carga máxima aplicada (kg)

a = Ancho del espécimen (cm)

l = Largo del espécimen (cm)

En la figura 2 se puede observar un bloque de adobe sometido al esfuerzo de compresión.



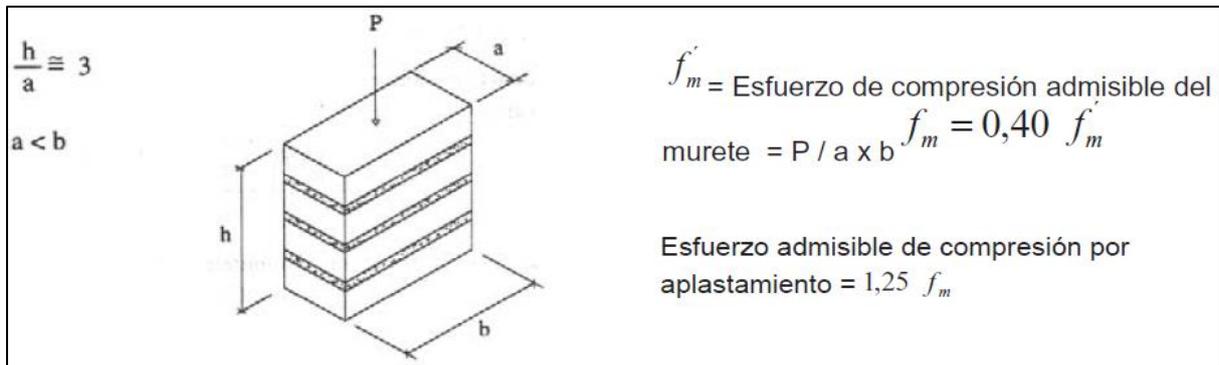
**Figura 2.** Ensayo de compresión en bloque de adobe.

### **Resistencia a la compresión en pilas**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2019, p. 585), los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia de la pila a compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia ultima es de  $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kg/cm}^2$ .
- b) El ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
- c) Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia ultima indicada, después de 28 días de secado.

En la figura 3 se muestra las características que debe cumplir una pila de adobe y la formula para hallar su resistencia a la compresión.



**Figura 3.** Resistencia a la compresión en pilas de adobe

$f_m$  = Resistencia a la compresión de la pila (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  = Carga máxima aplicada (kg)

$a$  = Ancho de la pila (cm)

$b$  = Largo de la pila (cm)

$h$  = Altura de la pila (cm)

### Resistencia a la tracción

En un muro sometido a compresión, la falla ocurre por tracción transversal de la unidad de albañilería, mientras ella se encuentra en una situación de cargas triaxiales. Su medición solamente puede hacerse, para obtener resultados significativos, en testigos razonablemente macizos (Gallegos, 2005, p. 115).

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2019, p. 585), los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del material tierra a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción, en cilindros de 6" x 12" o 15.24cm x 30.48cm de diámetro y largo.
- La resistencia ultima es de 0.08Mpa = 0.81 kgf/cm<sup>2</sup>.
- Las muestras deben tener humedad inicial de 20% a 25% para control de adobes y 10% a 15% para control de tapial, y un secado cubierto de sol y viento de 28 días, debiendo cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia ultima indicada.

## Resistencia a la flexión

“El ensayo de tracción por flexión se efectúa en la máquina de compresión sobre una unidad entera a la cual se apoya con una luz mayor de 18 cm y se carga al centro” (Gallegos, 2005. p. 121).

$$f = \frac{3 \times P_u \times L}{2 \times b \times t^2} \quad \text{Ecuación de la resistencia a la flexión}$$

Dónde:

f = Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>)

P<sub>u</sub> = Carga de rotura (Kg)

L = Luz entre ejes de apoyo (cm)

b = Ancho de la unidad (cm)

t = altura (cm)

Los ensayos de flexión se realizan mediante el uso de dos barras en los costados de la base y una encima que servirán como apoyo para determinar el esfuerzo. Tal como se muestra en la figura 4.



**Figura 4.** Ensayo a flexión en bloque de adobe.

## **Absorción de agua**

“En el ensayo de absorción de agua se miden la absorción de la unidad sumergida en agua fría durante veinticuatro horas, la absorción máxima de la unidad que corresponde al hervido de esta durante cinco horas, y el coeficiente de saturación, que es relación entre la absorción y la absorción máxima. para efectuar el ensayo las unidades se secan, se pesa y se someten al tratamiento antes dicho, y luego de eso se vuelven a pesar. Se llama absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca. El coeficiente de saturación es simplemente la relación entre esos dos porcentajes” (Gallegos, 2005. p. 124).

$$Absorción \% = \frac{100 (W_b - W_d)}{W_d} \quad \text{Ecuación de la absorción de agua}$$

$W_b$  = Peso seco del espécimen

$W_d$  = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Según M. Gómez (2006), la investigación aplicada tiene como objetivo “utilizar los conocimientos, descubrimientos y conclusiones de la investigación básica, para solucionar un problema concreto. (Elaborar un programa social, desarrollar una máquina, etc.)” (p. 15).

El tipo de investigación que se uso en el presente proyecto es **aplicada**, porque se hace uso de un problema ya conocido, para resolver y encontrar respuestas a las preguntas específicas planteadas.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

Según Fidias (2012, p. 27), “el diseño de investigación es la táctica frecuente que acoge el investigador para contestar el problema planteado. En cuidado al diseño, la investigación se cataloga en documental, de campo y experimental”.

El diseño de la investigación es **experimental**, ya que se manipulan las variables independientes, por ende, poder comparar el cambio de nuestra variable.

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### 3.2.1. Variables

Según M. Gómez (2006, p. 19), “una variable es un aspecto o característica de un fenómeno que se desea estudiar, y que puede tomar dos o más grados, estados o valores. Siendo redundantes, es una propiedad del fenómeno en estudio que puede variar”.

V1: Cascarilla de arroz (INDEPENDIENTE)

V2: Mejoramiento del adobe (DEPENDIENTE)

### 3.2.2. Operacionalización de variables

La siguiente tabla 5 ejemplifica la operacionalización realizada de las variables.

**Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Cascarilla de arroz	<p>CASCARILLA: Cubierta exterior de algunas semillas como la de los cereales, el café, etc (RAE, 2019).</p> <p>ARROZ: Planta anual propia de terrenos muy húmedos, cuyo fruto es un grano oval rico en almidón (RAE, 2019).</p>	La cascarilla de arroz se obtiene como subproducto del proceso industrial del arroz. Esta se adquirirá en la empresa "Vendeplantas", ofrecida en bolsas de 20 kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de cascarilla de arroz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3% con relación al peso seco de la tierra</li> <li>6% con relación al peso seco de la tierra</li> <li>9% con relación al peso seco de la tierra</li> </ul>	Razón
Mejoramiento del adobe	<p>MEJORAMIENTO: Acción y efecto de mejorar (RAE, 2019).</p> <p>ADOBE: Masa de barro frecuentemente mezclado con paja y a veces con guijos, moldeados de forma prismática (Hoz, Maldonado y Vela, 2003)</p>	El mejoramiento del adobe se logra mediante la inclusión de un nuevo agregado (generalmente natural) en el proceso para crear los bloques de adobe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades físicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absorción de agua (%)</li> </ul>	Razón
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades mecánicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

#### 3.3.1. Población

Según Barrientos, (2006, p. 138), “población describe a un grupo de elemento, seres o sucesos compatibles entre sí en todo lo que, a una serie de propiedad, de las cuales se aspira alcanzar alguna información”.

La población de estudio está conformada por 64 unidades de adobe con adición de cascarilla de arroz en 3%, 6%, 9%; y una muestra patrón con 1% de paja respectivamente, fabricando 6 unidades por cada muestra y se escogió las 4 mejores de las 6 para realizar los ensayos, tal como lo establece la Norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, y la cual se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.** Cantidad de bloques y pilas

TIPO DE ENSAYO	TIPO DE UNIDAD	DOSIFICACIÓN			
		PATRÓN	3%	6%	9%
Compresión	Bloque	4	4	4	4
	Pila de 4 bloques	4	4	4	4
Flexión	Bloque	4	4	4	4
Absorción	Bloque	4	4	4	4
<b>PARCIAL</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>			

Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.2. Muestra

Según Barrientos, (2006, p. 138) “La muestra es un fragmento de la población que se considera para efectuar el estudio, de tal forma que se considera propio de la población. Son requerimiento de la muestra”

En la presente investigación la muestra consta de 4 unidades.

**Para ensayo a compresión:**

Para el ensayo a compresión se realizarán 4 muestras por % y el tipo de unidad, tal como se indica en la tabla 7.

**Tabla 7.** *Muestras sometidas al ensayo de compresión*

Muestra	Tipo de Adobe
4	Bloque/pila de adobe patrón
4	Bloque/pila de adobe adicionado con 3% de cascarilla de arroz
4	Bloque/pila de adobe adicionado con 6% de cascarilla de arroz
4	Bloque/pila de adobe adicionado con 9% de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia

**Para ensayo a flexión:**

Para el ensayo a compresión se realizarán 4 muestras por % y el tipo de unidad, tal como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8.** *Muestras sometidas al ensayo de flexión*

Muestra	Tipo de Adobe
4	Bloque de adobe patrón
4	Bloque de adobe adicionado con 3% de cascarilla de arroz
4	Bloque de adobe adicionado con 6% de cascarilla de arroz
4	Bloque de adobe adicionado con 9% de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia

### **Para ensayo de absorción:**

Para el ensayo a compresión se realizarán 4 muestras por % y el tipo de unidad, tal como se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9.** *Muestras sometidas al ensayo de absorción*

Muestra	Tipo de Adobe
4	Bloque de adobe patrón
4	Bloque de adobe adicionado con 3% de cascarilla de arroz
4	Bloque de adobe adicionado con 6% de cascarilla de arroz
4	Bloque de adobe adicionado con 9% de cascarilla de arroz

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3.3. Muestreo**

Es la selección del criterio para la determinación de nuestra muestra, por ende, nos basamos en la norma vigente para realizar los ensayos de resistencia a compresión, flexión y absorción de agua del adobe (Norma E.0.80 y NTP).

Según Bisquerra (2009, p. 145), “los muestreos no probabilísticos son aquellos en los que la selección de los individuos de la muestra no depende de la probabilidad, sino que se ajusta a otros criterios relacionados con las características de la investigación o de quien hace la muestra”.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

Estas serán las unidades de adobe (bloques y pilas) que se someterán a los esfuerzos de compresión, flexión y absorción, mediante ensayos que se realizarán en el laboratorio.

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

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Según Behar, (2009, p. 55) "el estudio no tiene significado sin la técnica de recolección de dato, este sistema conlleva a la comprobación del problema planteado. Cada ejemplo de investigación definirá las técnicas a emplearse y cada técnica constituye sus mecanismos o métodos que serán utilizados".

Para la elaboración de la presente investigación se aplicó la técnica de la **observación**, mediante la obtención de datos de los protocolos de laboratorio.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

"[...] dicho instrumento de búsqueda cumple un papel muy importante en recolectar datos, y se acomodan según la naturaleza y peculiaridad del problema y el propósito del objetivo de investigación" (Carrasco, 2015, p. 334).

Para llevar a cabo los ensayos se tomaron en cuenta los protocolos establecidos en el Reglamento nacional de edificaciones Norma E-080 y la Norma técnica peruana 399.613, los cuales nos indican los procedimientos para realizar los ensayos de los bloques y pilas de adobe.

#### **3.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento**

"[...] esta propiedad de los instrumentos de investigación radica en que los evalúan con imparcialidad, exactitud, claridad y certeza aquella que se requiere comprobar de la variable o variable en estudio" (Carrasco, 2015, p. 336).

"La confiabilidad es el aspecto o cualidad de un mecanismo de medición, que accede alcanzar resultados similares, al emplearse a uno o más ocasiones de dicha persona o conjunto de personas en distintas etapas" (Carrasco, 2015, p. 339).

Toda recolección de datos fue cuidadosamente validada por un experto en el tema conjuntamente con los materiales usados. Los instrumentos a utilizar serán certificados mediante los documentos y de esa forma garantizar la confiabilidad de estos.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Modo de recolección de información**

Para poder llevar a cabo este desarrollo del proyecto de investigación, se ha recopilado información de investigaciones relacionadas al tema a investigar, con cinco años de antigüedad a lo actual, así como tesis, revistas, libros, etc., a su vez también evaluando la problemática de la zona de estudio que existe en la actualidad con las viviendas de adobe de la sierra central de Piura en el distrito de San Juan, por ende se fijó la variables a trabajar, ya que se tomó como variable independiente, la adición de la cascarilla de arroz y la variable dependiente es el mejoramiento del adobe, a su vez también tomando las normas actuales para la elaboración del adobe y los parámetros que exigen.

#### **Dosificación de variable independiente**

Para poder desarrollar este proyecto se hizo manipulación de la variable independiente que es la adicción de la cascarilla de arroz a respecto del peso seco del material, se está mejorando las unidades del adobe con el 3%, 6% y 9% y a su vez una muestra patrón para poder evaluar sus propiedades, a su vez llevarlos al laboratorio para poder hacer los ensayos a la resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua para poder verificar cuál de los porcentajes nos da mejores resultados.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para Muñoz (2015) la investigación descriptiva es aquella donde “el investigador diseña un proceso para describir las características o propiedades de determinados grupos, individuos o fenómenos; estas correlaciones le ayudan a determinar o describir comportamientos o

atributos de las poblaciones, hechos o fenómenos investigado, sin dar una explicación causal de los mismos”.

La presente investigación se llevó a cabo mediante un enfoque **descriptivo** porque se tomaron en cuenta los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio para determinar los esfuerzos de compresión, flexión y absorción de agua en el adobe.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Se da fe que todas las fuentes utilizadas en esta investigación son verdaderas propiamente de tesis, libros y revistas científicas debidamente citadas. Realizada correctamente como la GUÍA DE PRODUCTOS OBSERVABLES UCV-2020, pues de toda forma todo dato obtenido será presentado en la parte de análisis y discusión de resultados.

A su vez también se está tomando el RNE Norma E.80 para realizar los ensayos adecuados pudiéndose usar con fines académicos.

Asumimos una actitud de respeto frente a la recopilación de datos, es decir que para realizar esta presente investigación se tendrá especial cuidado en cuanto a los porcentajes que estamos tomando, a su vez también en los resultados que se obtendrá en el laboratorio serán únicos, también estamos considerando 64 unidades.

#### **IV. RESULTADOS**

En este capítulo se describirá la evaluación de los porcentajes de cascarilla de arroz en el adobe, características de la cascarilla de arroz, estudio del suelo usado, para posteriormente realizar los ensayos de compresión, flexión y absorción de agua en el adobe a los 28 días, que es donde esta alcanza su máxima resistencia. Estos ensayos son realizados en el laboratorio de suelos JJ GEOTECNIA SAC.

Según la norma E.080 nos menciona que, para comprobar la presencia de arcilla en un suelo, se deben realizar pruebas de campo, antes de realizar las unidades de adobe.

##### **PRUEBA “CINTA DE BARRO”**

Para tener una primera evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba “Cinta de barro”, que consiste en utilizar una muestra de barro con una humedad que permita hacer cilindro de 12 mm de diámetro, colocando en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso. Si se corta a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla.

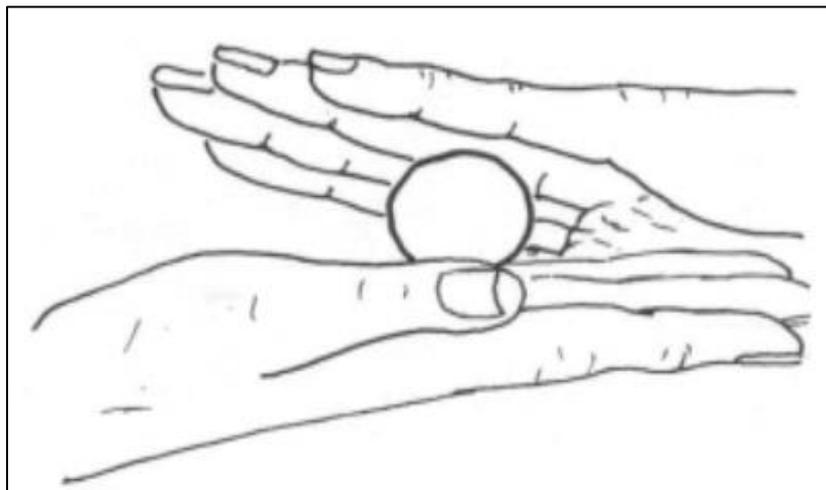


**Figura 5.** Prueba cinta de barro.

En la muestra ensayada se rompió a los 17 cm de longitud, tal como se muestra en la figura 5, lo cual está dentro del margen establecido en el RNE Norma E-080. Dicha norma indica que a la tierra se le debe hacer este ensayo para verificar la presencia de arcilla, donde indica que si se rompe de 10 cm a menos no cuenta con el porcentaje de arcilla adecuada, y si se rompe de 20 cm a 25 cm contiene mucho porcentaje de arcilla. Por lo tanto, la muestra ensayada en la presente investigación se rompió a los 17 cm, lo cual nos da a entender que se encuentra dentro del rango admisible que determina la Norma E-80 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019).

### **PRUEBA “PRESENCIA DE ARCILLA” O “RESISTENCIA SECA”**

Formar cuatro bolitas con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para la construcción y agregándole una mínima cantidad de agua para hacer cuatro bolitas. La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos. Se puede tomar como referencia a la figura 6.



**Figura 6.** Presencia de arcilla o resistencia seca.

*Dejar secar las cuatro bolitas:*

Las cuatro bolitas deben dejarse secar 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.

*Presionar las cuatro bolitas secas:*

Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano. En caso que luego de la prueba, se quiebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar las cuatro muestras con los mismos materiales y dejándolas secar por 48 horas.

En la figura 7 nos muestra la reacción que obtuvo la bola de tierra al presionarlo mediante el dedo índice y pulgar.



**Figura 7.** Presión a la bola de tierra.

*Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba:*

Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso.

En caso, que luego de la prueba no se rompa, no quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

## PRUEBA DE “CONTROL DE FISURAS” O “DOSIFICACIÓN SUELO - ARENA GRUESA”

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que primero se preparan especímenes de prueba (emparedados de dos adobes existentes unidos por morteros nuevos). Los morteros deben tener la mínima cantidad de agua necesaria para una mezcla trabajable.

En la preparación de los diferentes especímenes, el mortero va aumentando la cantidad de arena gruesa en cada muestra y la cantidad de agua necesaria, empezando por una proporción de una (01) parte de suelo y cero (0) partes de arena gruesa, es decir, una proporción 1:0.

Para el segundo espécimen, un parte de suelo y  $\frac{1}{2}$  parte de arena gruesa, es decir, una proporción de 1:  $\frac{1}{2}$ . En el siguiente espécimen, una parte de suelo y otra de arena gruesa, es decir, 1:1, y así sucesivamente hasta la proporción 1:3.

Luego de secarlos por 48 horas, se abren los especímenes en el mismo orden, para observar el agrietamiento del mortero.

Para la albañilería de adobe, la proporción óptima es la que corresponde al espécimen que no presente fisuras visibles. Si el suelo, teniendo suficiente presencia de arcilla, no muestra fisuras en ningún espécimen, significa que no requiere añadirle arena gruesa, porque ya está equilibrado.

En la figura 8 se muestra la dosificación del mortero, la cual no presenta fisuras.



Figura 8. Dosificación suelo-arena gruesa más óptima

## ESTUDIO DE SUELOS

### CONTENIDO DE HUMEDAD(W%)

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 la muestra seca.

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

W = Humedad en porcentaje

Ww = Peso de agua

Ws = Peso de muestra seca

**W = 4.9%**



**Figura 9.** Secado de la muestra.

En la figura 9 se muestra el ingreso de la muestra de tierra lavada al horno, para su respectivo secado. Mientras que los resultados se observan en la tabla 10.

**Tabla 10.** Cálculo para el contenido de humedad del suelo

<b>CÁLCULOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216/ NTP 339.127</b>		
<b>Tara N°</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
Peso de tara	235.7	245.1
Tara + m. húmeda	678.9	689.2
Tara + m. seca	657.4	668.9
Peso de agua	21.5	20.3
Peso de m. seca	421.7	423.8
Contenido de Humedad (%)	5.1	4.8
<b>Promedio (%)</b>	<b>4.9</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (Norma ASTM D422):**

El análisis granulométrico se refiere a la clasificación de los sólidos, éstos se dividen en partículas de diversos tamaños las cuales dan origen al suelo. Para determinar el tamaño de las partículas de la muestra a ensayar, se empleó la técnica del tamizado, la cual consiste en pasar una cierta cantidad de muestra por varios tamices, desde el más fino hasta el más grueso, donde las partículas irán quedando atrapadas en cada tamiz y luego proceder a pesarlas independientemente con la finalidad de lograr la curva granulométrica del suelo.

Se puede ejemplificar el análisis granulométrico por tamizado en las figuras 10, y la curva granulométrica en la figura 11.



Figura 10. Tamizado del material de la malla N° 4 a malla N° 200.

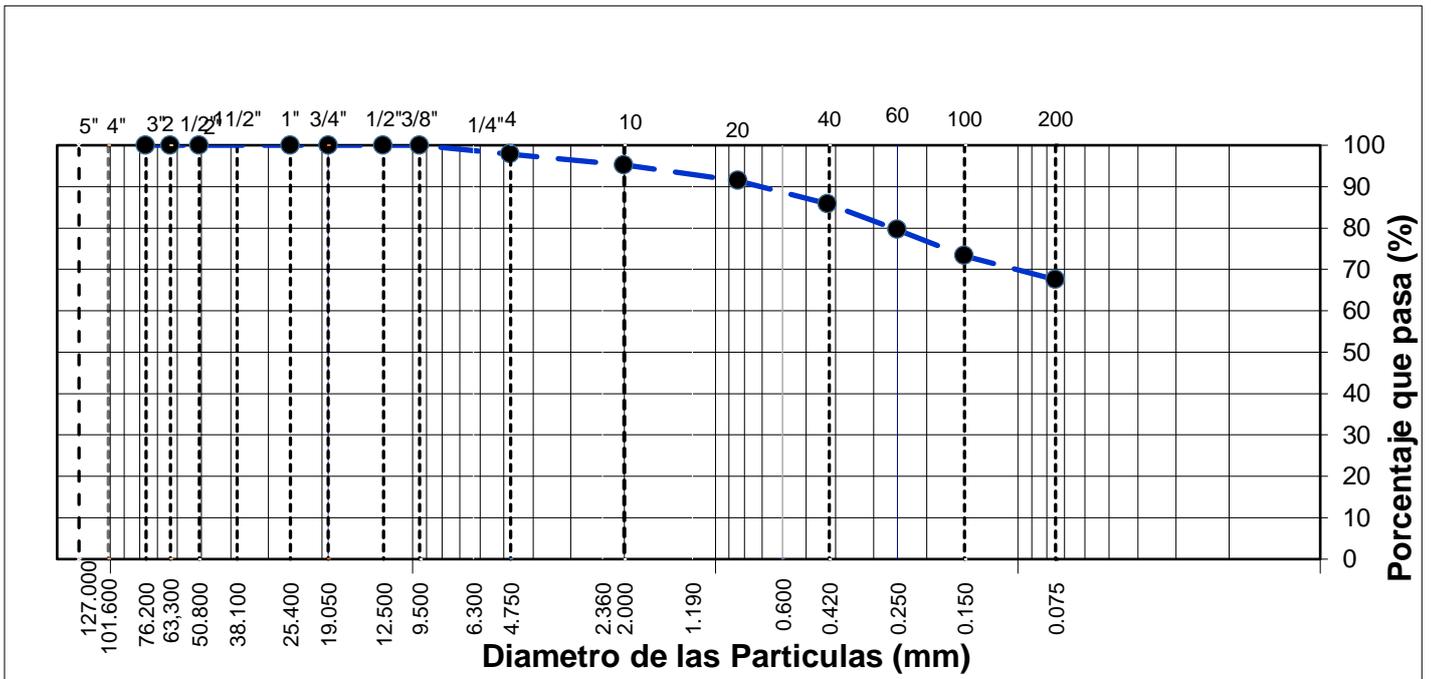


Figura 11. Curva Granulométrica.

## **LÍMITES DE CONSISTENCIA O LÍMITES DE ATTERBERG**

El físico Sueco A. Atterberg determino en 1946 la clasificación de los suelos arcillosos, en función del efecto que la humedad ejerce en su consistencia, determinando límites para conocer la plasticidad de un suelo. Para el desarrollo de la presente tesis se utilizarán las mallas N° 4 hasta la malla N° 200 respectivamente.

### **Límite líquido (LL) (ASTM D4318):**

El limite liquido se conoce como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso de la muestra a ensayar, debido a que el suelo cambia del estado líquido al estado plástico.

**LL = 30.1%**

### **Límite plástico (LP): (ASTM D4318):**

El limite plástico se determina como el contenido de humedad, expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada en el horno, para el cual el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico.

**LL = 22.5%**

### **Índice de plasticidad (IP):**

El índice de plasticidad se define como la diferencia entre el limite líquido y el limite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

LL = Límite líquido (%)

LP = Límite plástico (%)

IP = Índice Plástico (%)

$$IP = 30.1\% - 22.5\% = 7.6\%$$

En la figura 12 se observa la cuchara de Casagrande, usada para realizar los ensayos de límites de consistencia.



**Figura 12.** Cuchara de Casagrande.

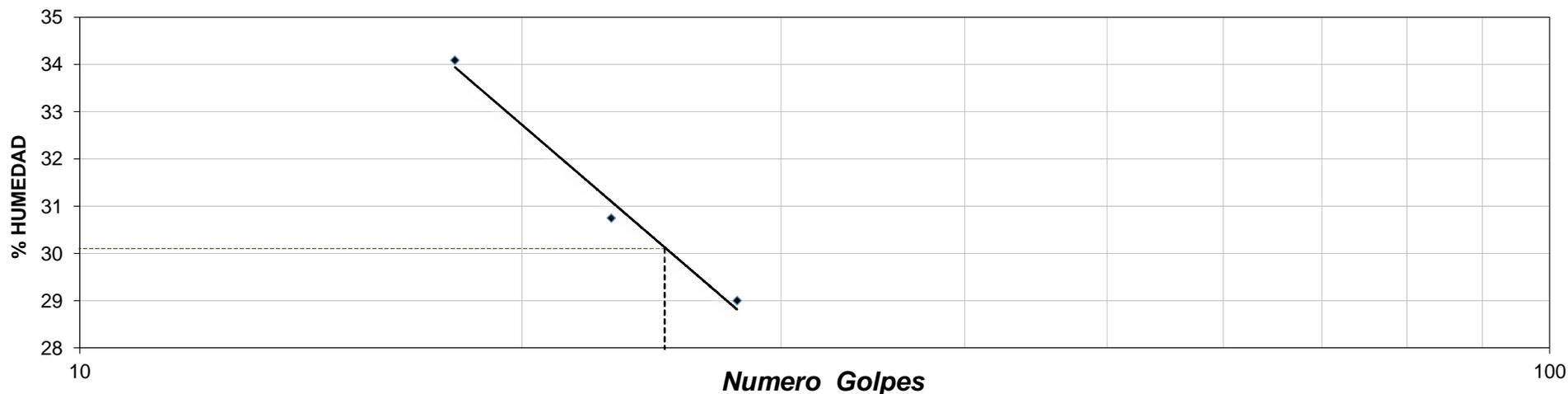
La siguiente tabla N° 11 muestra los datos obtenidos al ensayar el suelo, mientras en la figura 13 se observa la gráfica de relación humedad y número de golpes, necesaria para hallar el límite líquido.

**Tabla 11. Ensayo de límites de consistencia**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	gr.
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.
Peso de Recipiente (C)	gr.
Peso del Agua (A-B)	gr.
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40											
LÍMITE LÍQUIDO						LÍMITE PLÁSTICO					
1	9	6				2	7				
32.45	30.84	31.21				24.65	24.80				
27.82	26.95	27.46				22.89	23.02				
14.24	14.30	14.53				15.08	15.08				
4.63	3.89	3.75				1.76	1.78				
13.58	12.65	12.93				7.81	7.94				
34.09	30.75	29.00				22.54	22.42				
18	23	28									

Fuente: Elaboración propia



**Figura 13.** Gráfica en relación de la humedad y el número de golpes

Se ha tomado como referencia a Varón (2005), para la elaboración de la siguiente ficha técnica de la cascarilla de arroz tal como se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12.** *Ficha Técnica de la cascarilla de arroz*

<b>FICHA TÉCNICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Fibra natural	 Cascarilla de arroz
<b>CONDICIÓN</b>	
Estado de la cascarilla a usar	Seca
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Apariencia	Fibra homogénea con fluidez
Color	Beige
Sabor	Característico
Olor	Característico
Solubilidad	Insoluble
Melamina	Libre
<b>PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS</b>	
Densidad (g/ml)	0.73
Humedad (%)	6.62
Tamaño de partícula (µm)	200
Area superficial (m <sup>2</sup> /g)	272.5

**Fuente:** Varón (2005)

**DISEÑO DE MEZCLA:** Se realizó el cálculo de las cantidades requeridas de suelo, cascarilla de arroz y agua para la elaboración del adobe patrón y mejorado.

**1) Adobe patrón:** Suelo + 1% paja + agua

- 5.00/1.55 kg de suelo      - 0.05/0.016 kg de paja

- 0.95/0.30 lt de agua

**2) Adobe mejorado 1:** Suelo + 3% de cascarilla de arroz +agua

- 5.00/1.55 kg de suelo                      - 0.15/0.047 kg de cascarilla

- 0.95/0.30 lt de agua

**3) Adobe mejorado 2:** Suelo + 6% de cascarilla de arroz +agua

- 5.00/1.55 kg de suelo                      - 0.30/0.093 kg de cascarilla

- 0.95/0.30 lt de agua

**4) Adobe mejorado 3:** Suelo + 9% de cascarilla de arroz +agua

- 5.00/1.55 kg de suelo                      - 0.45/0.14 kg de cascarilla

- 0.95/0.30 lt de agua

El diseño de mezcla usado para la elaboración de los bloques de adobe con cascarilla de arroz, fue por tandas para 12 unidades, tal como se ejemplifica en la tabla 13.

**Tabla 13. Diseño de mezcla**

		DISEÑO DE MEZCLA						
		MOLDE (cm)	UNIDAD	TAMAÑO POR UNIDAD	CANTIDAD	PARCIAL	DESPERDICIO (10%)	TAMAÑO FINAL ASUMIDO
<b>PATRON (1% DE PAJA) PARA 12 UNIDADES</b>	TIERRA	10X10X10	KG	1.55	6	39.3	43.23	45
		25X13/10		5				
	PAJA	10X10X10	KG	0.02		-----	0.45	
		25X13/10		0.05				
	AGUA	10X10X10	LT	0.29		-----	8.55	
		25X13/10		0.95				
<b>3% DE CASCARILLA DE ARROZ PARA 12 UNIDADES</b>	TIERRA	10X10X10	KG	1.55	6	39.3	43.23	45
		25X13/10		5				
	CASCARILLA DE ARROZ	10X10X10	KG	0.05		-----	1.35	
		25X13/10		0.15				
	AGUA	10X10X10	LT	0.29		-----	8.55	
		25X13/10		0.95				
<b>6% DE CASCARILLA DE ARROZ PARA 12 UNIDADES</b>	TIERRA	10X10X10	KG	1.55	6	39.3	43.23	45
		25X13/10		5				
	CASCARILLA DE ARROZ	10X10X10	KG	0.09		-----	2.7	
		25X13/10		0.3				
	AGUA	10X10X10	LT	0.29		-----	8.55	
		25X13/10		0.95				
<b>9% DE CASCARILLA DE ARROZ PARA 12 UNIDADES</b>	TIERRA	10X10X10	KG	1.55	6	39.3	43.23	45
		25X13/10		5				
	CASCARILLA DE ARROZ	10X10X10	KG	0.14		-----	4.05	
		25X13/10		0.45				
	AGUA	10X10X10	LT	0.29		-----	8.55	
		25X13/10		0.95				

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019) hace mención de las márgenes con las que debe contar las dimensiones de una unidad de adobe. Su longitud debe ser el doble del ancho y su altura debe ser entre 8cm a 12cm.

**Largo = 25 cm**

**Ancho = 13 cm**

**Altura = 10 cm / 46 cm**

\*(Estas dimensiones serán usadas para los ensayos de flexión, compresión en pilas y absorción)

En el caso del ensayo a compresión nos dice la Norma E-080 que se deben elaborar cubos de 10 cm de arista respectivamente.

**Largo = 10 cm**

**Ancho = 10 cm**

**Altura = 10 cm**

\*(Estas dimensiones se usarán solo en la resistencia a la compresión en cubos)

## **ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE**

### **Muestra patrón**

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe de la muestra patrón se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=10 cm, Ancho=10 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 14.** Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra patrón

		DIMENSIONES (cm)				
ESPÉCIME N	CURADO (días)	L (cm)	A (cm)	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	ESFUERZO A COMPRESIÓN N (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	28	9.60	9.70	93.1	1179.3	12.7
M-02	28	9.60	9.60	92.2	1187.5	12.9
M-03	28	9.70	9.70	94.1	1156.2	12.3
M-04	28	9.70	9.60	93.1	1167.4	12.5
					<b>PROMEDIO</b>	12.6

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 14 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra patrón alcanzó un promedio de 12.6 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual llega a cumplir satisfactoriamente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Muestra con 3% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=10 cm, Ancho=10 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 15.** Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra de 3%

		DIMENSIONES (cm)				
ESPÉCIMEN	CURADO (días)	L (cm)	A (cm)	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	ESFUERZO A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	28	9.70	9.60	93.1	1361.1	14.6
M-02	28	9.60	9.70	93.1	1386.2	14.9
M-03	28	9.70	9.60	93.1	1321.8	14.2
M-04	28	9.70	9.70	94.1	1355.3	14.4
					<b>PROMEDIO</b>	14.5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra con 3% de cascarilla de arroz alcanzo un promedio de 14.5 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia hasta en un 15% comparada a la muestra patrón, por lo cual también llega a cumplir superiormente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Muestra con 6% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe con adición de 6% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio “JJ Geotecnia SAC”. Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=10 cm, Ancho=10 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 16.** Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra de 6%

		DIMENSIONES (cm)				
ESPÉCIMEN	CURADO (días)	L (cm)	A (cm)	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	ESFUERZO A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	28	9.70	9.70	94.1	1415.8	15.0
M-02	28	9.70	9.80	95.1	1424.4	15.0
M-03	28	9.70	9.80	95.1	1445.6	15.2
M-04	28	9.80	9.70	95.1	1455.2	15.3
					<b>PROMEDIO</b>	15.1

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 16 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra con 6% de cascarilla de arroz alcanzo un promedio de 15.1 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia hasta casi en un 20% comparada a la muestra patrón, por lo cual también llega a cumplir superiormente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Muestra con 9% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe con adición de 9% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio “JJ Geotecnia SAC”. Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=10 cm, Ancho=10 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 17.** Resultados de la resistencia a la compresión de la muestra de 9%

		DIMENSIONES (cm)				
ESPÉCIMEN	CURADO (días)	L (cm)	A (cm)	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	ESFUERZO A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	28	9.80	9.80	96.0	1681.2	17.5
M-02	28	9.80	9.80	96.0	1688.5	17.6
M-03	28	9.80	9.70	95.1	1667.9	17.5
M-04	28	9.70	9.80	95.1	1654.8	17.4
					<b>PROMEDIO</b>	17.5

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 17 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra con 9% de cascarilla de arroz alcanzo un promedio de 17.5 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia hasta casi en un 39% comparada a la muestra patrón, por lo cual también llega a cumplir superiormente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

## GRÁFICA COMPARATIVA DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN

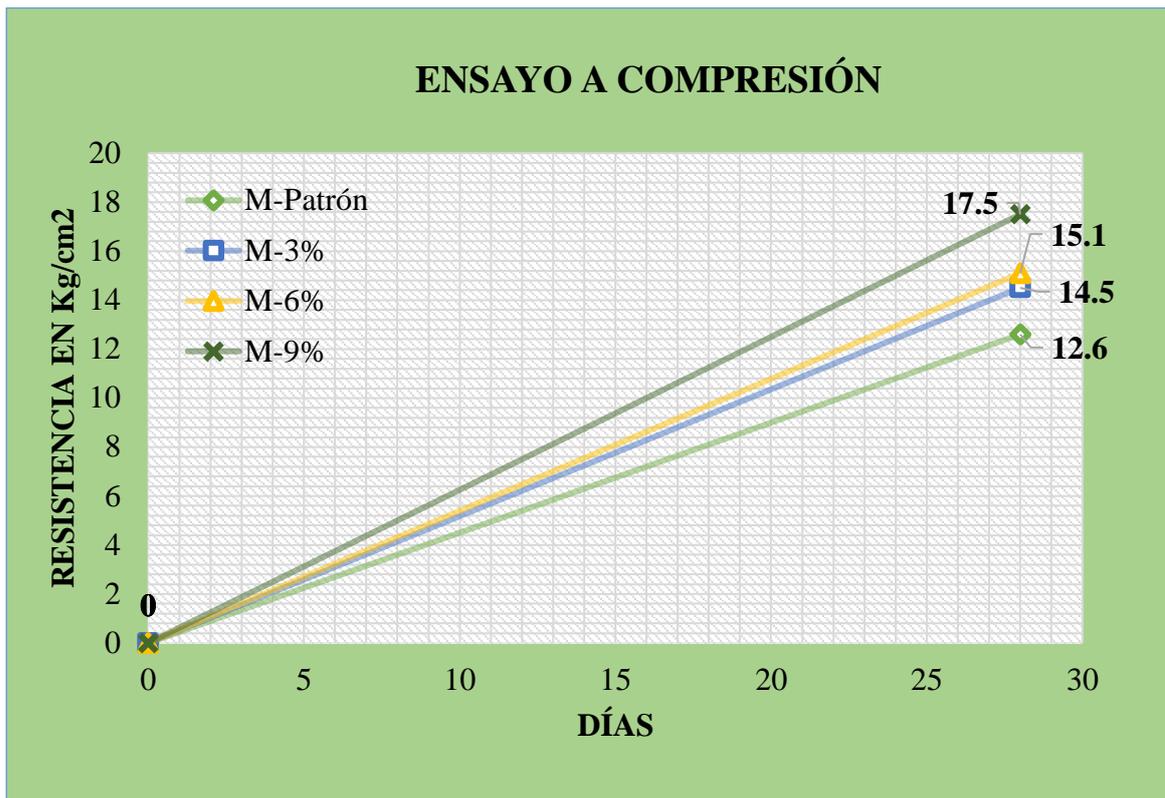


Figura 14. Resistencia a la compresión en bloques con 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz.

En la figura 14 se puede apreciar los diferentes tipos de resistencia a la compresión del adobe a los 28 días, la cual nos da indicar que la adición de esta fibra natural en el adobe brinda mayor resistencia comparadas a las que tradicionalmente se realizan, ya sea con paja u otro agregado.

## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOBE

### Muestra patrón

El ensayo de la resistencia a la flexión del adobe de la muestra patrón se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm. Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la

resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 18.** Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de patrón

ESPÉCIMEN	CURADO (días)	DIMENSIONES (cm)			CARGA (kg)	ESFUERZO A FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	(H) cm		
M-01	28	22.5	12.60	9.60	176	5.12
M-02	28	22.5	12.80	9.70	179	5.02
M-03	28	22.5	12.60	9.70	187	5.32
M-04	28	22.5	12.70	9.60	172	4.96
					<b>PROMEDIO</b>	5.10

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 18 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la flexión respectivamente. La muestra patrón alcanzó un promedio de 5.10 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a normativa no existe una, la cual establezca un mínimo esfuerzo en cuanto a flexión.

### **Muestra con 3% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la flexión del adobe con adición de 3% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 19.** Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de 3%

		DIMENSIONES (cm)				
ESPÉCIMEN	CURADO (días)	L (cm)	A (cm)	(H) cm	CARGA (kg)	ESFUERZO A FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	28	22.5	12.70	9.70	248	7.00
M-02	28	22.5	12.70	9.80	255	7.06
M-03	28	22.5	12.80	9.80	261	7.17
M-04	28	22.5	12.70	9.70	243	6.86
					<b>PROMEDIO</b>	7.02

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 19 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la flexión respectivamente. La muestra con 3% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 7.02 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia hasta casi en un 38% comparada a la muestra patrón.

#### **Muestra con 6% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la flexión del adobe con adición de 6% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio “JJ Geotecnia SAC”. Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 20.** Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de 6%

		DIMENSIONES (cm)				
ESPÉCIMEN	CURADO (días)	L (cm)	A (cm)	(H) cm	CARGA (kg)	ESFUERZO A FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	28	21.5	12.80	9.80	325	8.53
M-02	28	21.7	12.80	9.80	320	8.47
M-03	28	22.0	12.90	9.70	333	9.05
M-04	28	21.9	12.80	9.80	340	9.09
					<b>PROMEDIO</b>	8.78

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 20 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la flexión respectivamente. La muestra con 6% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 8.78 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia hasta en un 72% comparada a la muestra patrón.

#### **Muestra con 9% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la flexión del adobe con adición de 9% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 21.** Resultados de la resistencia a la flexión de la muestra de 9%

		DIMENSIONES (cm)				
ESPÉCIMEN	CURADO (días)	L (cm)	A (cm)	(H) cm	CARGA (kg)	ESFUERZO A FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	28	22.5	12.80	9.80	382	10.49
M-02	28	22.5	12.90	9.90	385	10.28
M-03	28	22.5	12.90	9.90	379	10.12
M-04	28	22.5	12.90	9.80	389	10.60
					<b>PROMEDIO</b>	10.37

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 21 mostrada se aprecia el tiempo de curado, las dimensiones del bloque, carga y su resistencia a la flexión respectivamente. La muestra con 9% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 10.37 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia hasta más del doble comparada a la muestra patrón.

## GRÁFICA COMPARATIVA DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS A FLEXIÓN

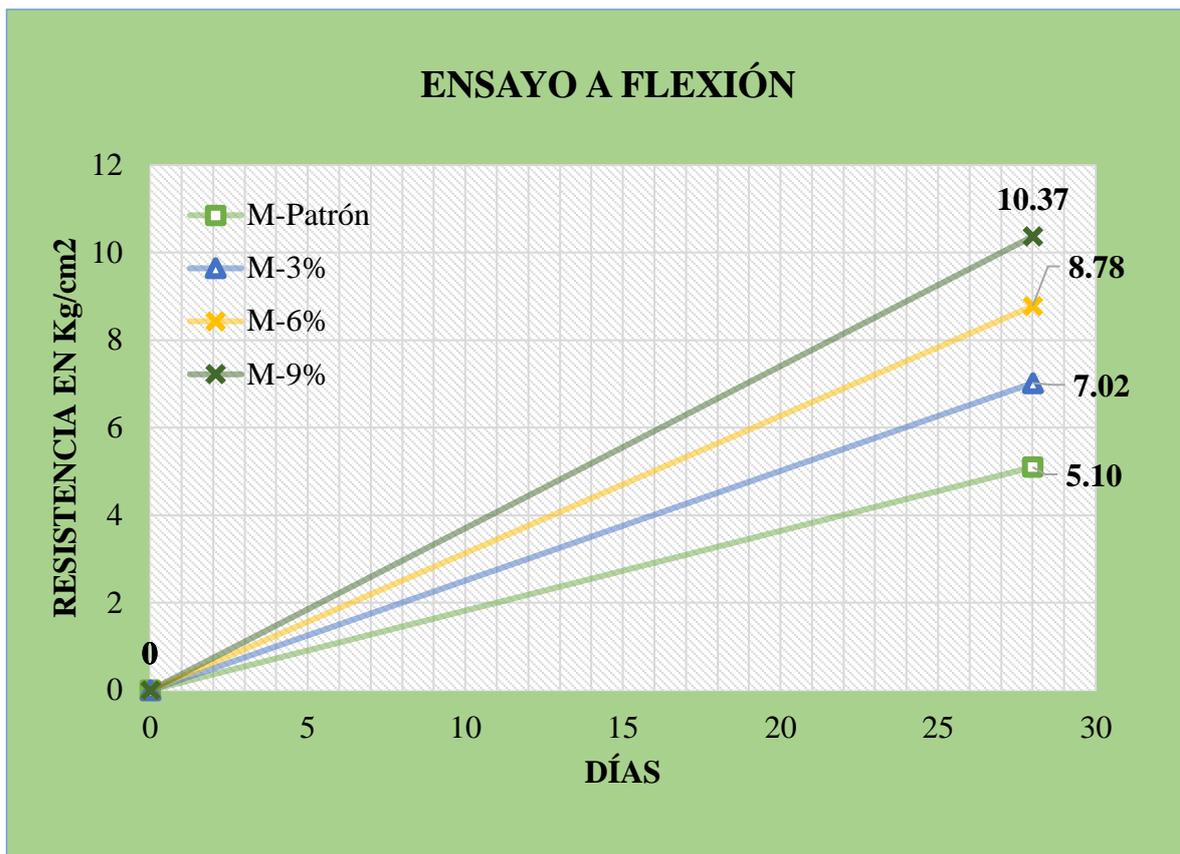


Figura 15. Resistencia a la flexión en bloques con 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz.

En la figura 15 se puede apreciar los diferentes tipos de resistencia a la flexión del adobe a los 28 días, la cual nos da indicación que la adición de esta fibra natural en el adobe brinda mayor resistencia comparada a las que tradicionalmente se realizan, ya sea con paja u otro agregado.

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA

#### Muestra patrón

El ensayo de absorción de agua del adobe de la muestra patrón se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm. Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, responsable del ensayo y el porcentaje de

absorción adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 22.** Resultados de la absorción de agua de la muestra patrón

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
PATRÓN - 1	4843	5642	16.5
PATRÓN - 2	4798	5586	16.4
PATRÓN - 3	4856	5651	16.4
PATRÓN - 4	4838	5621	16.2
		<b>PROMEDIO</b>	<b>16.4</b>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 22 mostrada se aprecia el peso de la unidad seca, el peso saturado después de 24 horas y su absorción de agua respectivamente. La muestra patrón alcanzó un promedio de 16.4 % de absorción.

### **Muestra con 3% de cascarilla de arroz**

El ensayo de absorción de agua del adobe de la muestra con 3% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio “JJ Geotecnia SAC”. Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, responsable del ensayo y el porcentaje de absorción adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 23.** Resultados de la absorción de agua de la muestra de 3%

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
3% - 1	4821	5657	17.3
3% - 2	4789	5626	17.5
3% - 3	4813	5675	17.9
3% - 4	4825	5678	17.7
		<b>PROMEDIO</b>	<b>17.6</b>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 23 mostrada se aprecia el peso de la unidad seca, el peso saturado después de 24 horas y su absorción de agua respectivamente. La muestra con 3% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 17.6 % de absorción.

#### **Muestra con 6% de cascarilla de arroz**

El ensayo de absorción de agua del adobe de la muestra con 6% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, responsable del ensayo y el porcentaje de absorción adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 24.** Resultados de la absorción de agua de la muestra de 6%

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
6% - 1	4828	5711	18.3
6% - 2	4786	5670	18.5
6% - 3	4804	5680	18.2
6% - 4	4815	5715	18.7
		<b>PROMEDIO</b>	<b>18.4</b>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 24 mostrada se aprecia el peso de la unidad seca, el peso saturado después de 24 horas y su absorción de agua respectivamente. La muestra con 6% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 18.4 % de absorción.

#### **Muestra con 9% de cascarilla de arroz**

El ensayo de absorción de agua del adobe de la muestra con 9% de cascarilla de arroz se realizó a los 28 días con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=10 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, responsable del ensayo y el porcentaje de absorción adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

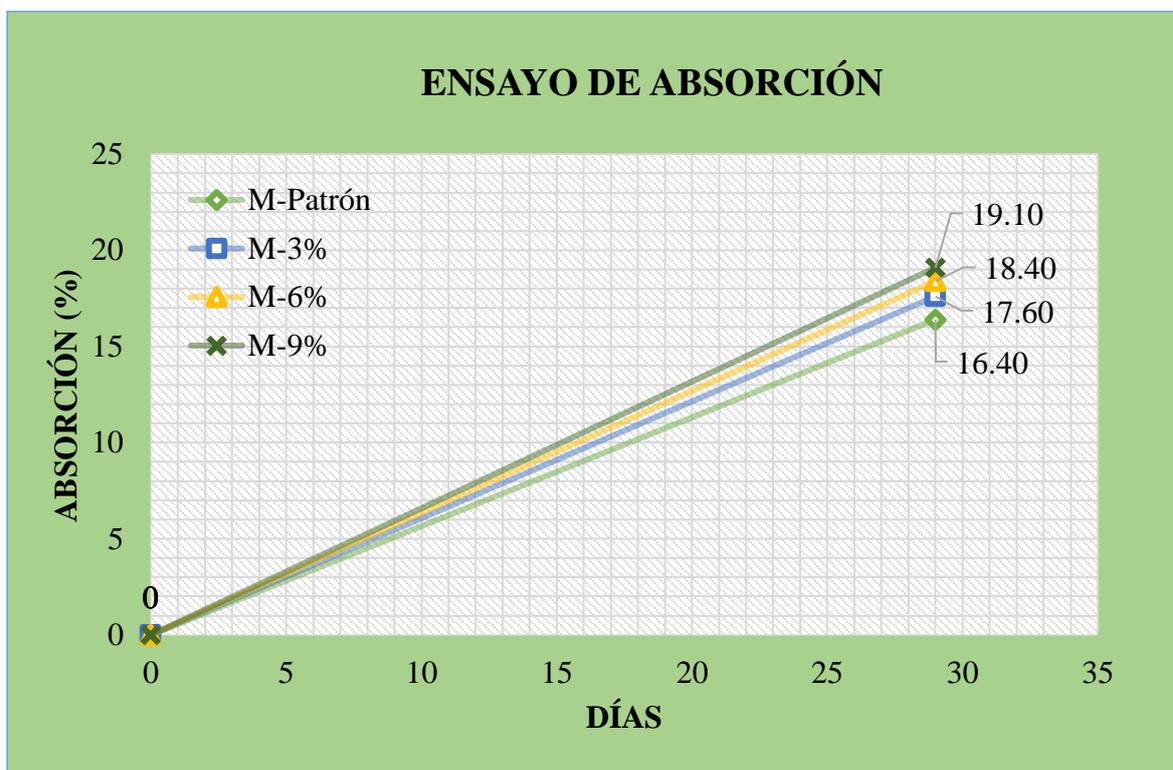
**Tabla 25.** Resultados de la absorción de agua de la muestra de 9%

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
9% - 1	4804	5727	19.2
9% - 2	4785	5696	19.0
9% - 3	4798	5705	18.9
9% - 4	4786	5699	19.1
		<b>PROMEDIO</b>	<b>19.1</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 mostrada se aprecia el peso de la unidad seca, el peso saturado después de 24 horas y su absorción de agua respectivamente. La muestra con 9% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 19.1 % de absorción.

### GRÁFICA COMPARATIVA DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS AL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA



**Figura 16.** Absorción de agua en 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz.

En la figura 16 se puede apreciar los diferentes tipos de absorción de agua del adobe a los 28 días de secado, por un periodo de 24 horas de saturación, la cual nos da indicar que la adición de esta fibra natural en el adobe no ayuda a reducir esta capacidad, más aun, empeora a mayor cantidad de cascarilla de arroz se le agregue a la mezcla.

## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE EN PILAS

### Muestra patrón

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe en pilas (formada por 4 bloques) de la muestra patrón se realizó a los 56 días, 28 días de secado de la unidad y otros 28 días de secado del mortero a usar, en este caso se usó una dosificación de suelo-arena gruesa 1: 2½, contando con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio “JJ Geotecnia SAC”. Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=46 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 26.** Resultados de la compresión en pilas de la muestra patrón

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f'm	f'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	46.0	12.8	3.59	294	2026.0	6.9	6.4
PATRÓN	45.0	12.7	3.54	286	2025.0	7.1	6.6
PATRÓN	45.0	12.8	3.52	294	2010.0	6.8	6.3
PATRÓN	45.0	12.7	3.54	290	2008.0	6.9	6.4
<b>PROMEDIO</b>							<b>6.4</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 mostrada se aprecia las dimensiones del bloque, relación de esbeltez, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra patrón alcanzó un promedio de 6.4 kg/cm<sup>2</sup> una vez corregida según el factor que muestra la figura 17, que en este caso se usó 0.93. Esta llega a cumplir satisfactoriamente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión en pilas de 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>TABLA 10</b> <b>FACTORES DE CORRECCIÓN DE <math>f'_m</math></b> <b>POR ESBELTEZ</b>						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Figura 17. Factores de corrección por esbeltez

#### **Muestra con 3% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe en pilas (formada por 4 bloques) de la muestra con 3% de cascarilla de arroz se realizó a los 56 días, 28 días de secado de la unidad y otros 28 días de secado del mortero a usar, en este caso se usó una dosificación de suelo-arena gruesa 1: 2½, contando con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=46 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 27.** Resultados de la compresión en pilas de la muestra con 3%

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f'm	f'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
3% CASCARILLA	45.0	12.5	3.60	285	2094.0	7.3	6.8
3% CASCARILLA	44.5	12.5	3.56	285	2090.0	7.3	6.8
3% CASCARILLA	45.0	12.6	3.57	284	2080.1	7.3	6.8
3% CASCARILLA	45.0	12.7	3.54	290	2150.5	7.4	6.9
<b>PROMEDIO</b>							<b>6.8</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 mostrada se aprecia las dimensiones del bloque, relación de esbeltez, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra con 3% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 6.8 kg/cm<sup>2</sup> una vez corregida según el factor que muestra la figura 17, que en este caso se usó 0.93. Esta llega a cumplir satisfactoriamente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión en pilas de 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Muestra con 6% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe en pilas (formada por 4 bloques) de la muestra con 6% de cascarilla de arroz se realizó a los 56 días, 28 días de secado de la unidad y otros 28 días de secado del mortero a usar, en este caso se usó una dosificación de suelo-arena gruesa 1: 2½, contando con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=46 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

**Tabla 28.** Resultados de la compresión en pilas de la muestra con 6%

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f'm	f'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
6% CASCARILLA	44.5	12.5	3.56	286	2194.0	7.7	7.1
6% CASCARILLA	45.0	12.6	3.57	287	2179.0	7.6	7.1
6% CASCARILLA	45.0	12.6	3.57	286	2149.9	7.5	7.0
6% CASCARILLA	44.0	12.7	3.46	290	2198.9	7.6	7.1
<b>PROMEDIO</b>							<b>7.1</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 mostrada se aprecia las dimensiones del bloque, relación de esbeltez, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra con 6% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 7.1 kg/cm<sup>2</sup> una vez corregida según el factor que muestra la figura 17, que en este caso se usó 0.93. Esta llega a cumplir satisfactoriamente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión en pilas de 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Muestra con 9% de cascarilla de arroz**

El ensayo de la resistencia a la compresión del adobe en pilas (formada por 4 bloques) de la muestra con 9% de cascarilla de arroz se realizó a los 56 días, 28 días de secado de la unidad y otros 28 días de secado del mortero a usar, en este caso se usó una dosificación de suelo-arena gruesa 1: 2½, contando con una muestra de 4 unidades por dosificación. Estos ensayos fueron elaborados en el laboratorio "JJ Geotecnia SAC". Las unidades de adobe para este ensayo tienen las siguientes medidas: Largo=25 cm, Ancho=13 cm y Altura=46 cm.

Para ejecutar los ensayos se utilizaron las fichas técnicas donde se especifican las características de los materiales, las cargas resistidas, responsable del ensayo y la resistencia adquirida por cada una de las muestras. Así además obtener un resultado promedio de las muestras por dosificación.

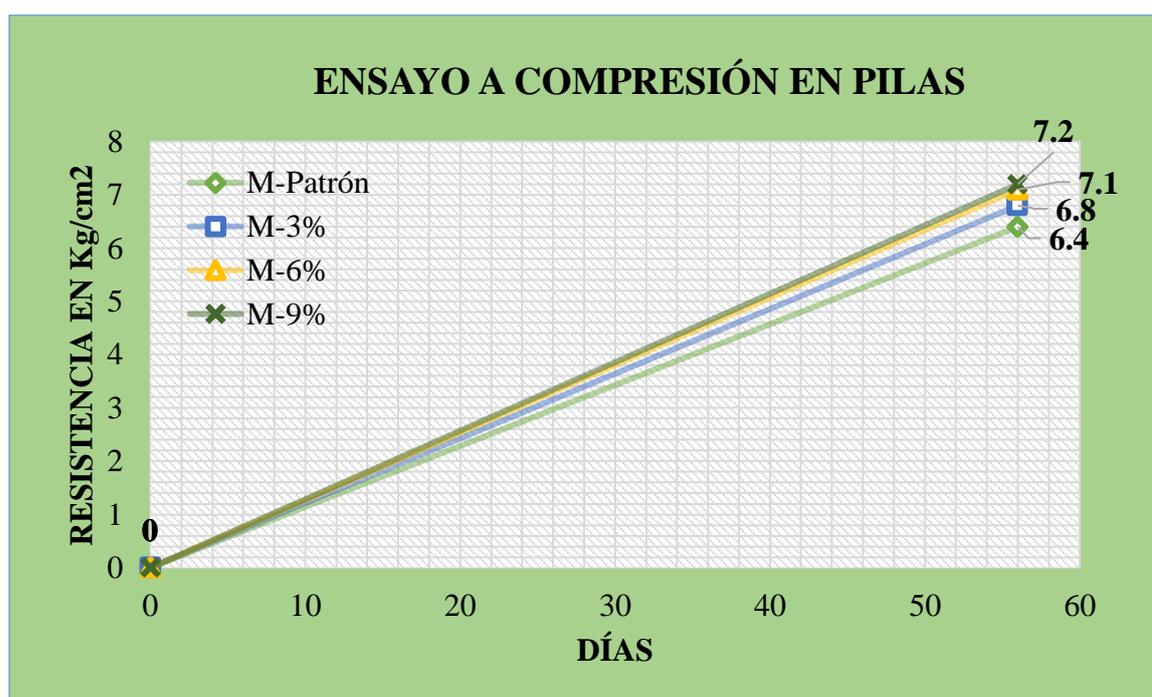
**Tabla 29.** Resultados de la compresión en pilas de la muestra con 9%

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f'm	f'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
9% CASCARILLA	44.0	12.5	3.52	288	2190.0	7.6	7.1
9% CASCARILLA	45.0	12.6	3.57	287	2243.0	7.8	7.3
9% CASCARILLA	45.0	12.5	3.60	286	2201.0	7.7	7.2
9% CASCARILLA	44.0	12.8	3.44	292	2269.0	7.8	7.2
<b>PROMEDIO</b>							<b>7.2</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 mostrada se aprecia las dimensiones del bloque, relación de esbeltez, carga y su resistencia a la compresión respectivamente. La muestra con 9% de cascarilla de arroz alcanzó un promedio de 7.2 kg/cm<sup>2</sup> una vez corregida según el factor que muestra la figura 17, que en este caso se usó 0.93. Esta llega a cumplir satisfactoriamente con lo que establece la Norma E-080, que nos brinda un esfuerzo mínimo para compresión en pilas de 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.

### GRÁFICA COMPARATIVA DE LAS PILAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN



**Figura 18.** Resistencia a la compresión de pilas en 0%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz.

En la figura 18 se puede apreciar los diferentes tipos de resistencia a la compresión del adobe en pilas a los 56 días, la cual nos da indicar que la adición de esta fibra natural en el adobe brinda mayor resistencia comparadas a las que tradicionalmente se realizan, ya sea con paja u otro agregado.

## CONTRASTE DE HIPÓTESIS

### Desarrollo de la validación estadística con t de student

1) Análisis de la validación estadística de la resistencia a la compresión en bloques de adobe a los 28 días en los porcentajes 3%, 6% y 9% con adición de cascarilla de arroz.

#### Hipótesis nula:

**Ho:**  $\mu \leq 12.6 \text{ kg/cm}^2$  (se mantiene o reduce la resistencia para los tres porcentajes)

#### Hipótesis alterna:

**H1:**  $\mu > 12.6 \text{ kg/cm}^2$  (al menos uno de los porcentajes obtiene mayor resistencia)

#### Nivel de significancia:

$$\alpha = 5\%$$

#### Selección del estadístico de prueba:

Para esta investigación se usó la prueba estadística del T de student usando la formula del  $t_p$  debido a que la muestra es  $\leq 30$ , pues se trabajó usando una cantidad de 12 muestras para el ensayo a compresión en bloques del adobe adicionando cascarilla de arroz a los 28 días de secado.

**Tabla 30.** *Valores del ensayo a compresión adicionando cascarilla de arroz*

3%	6%	9%	Promedio de muestras
14.6	15	17.5	15.72
14.9	15	17.6	
14.2	15.2	17.5	
14.4	15.3	17.4	

**Fuente:** Elaboración propia

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

**Dónde:**

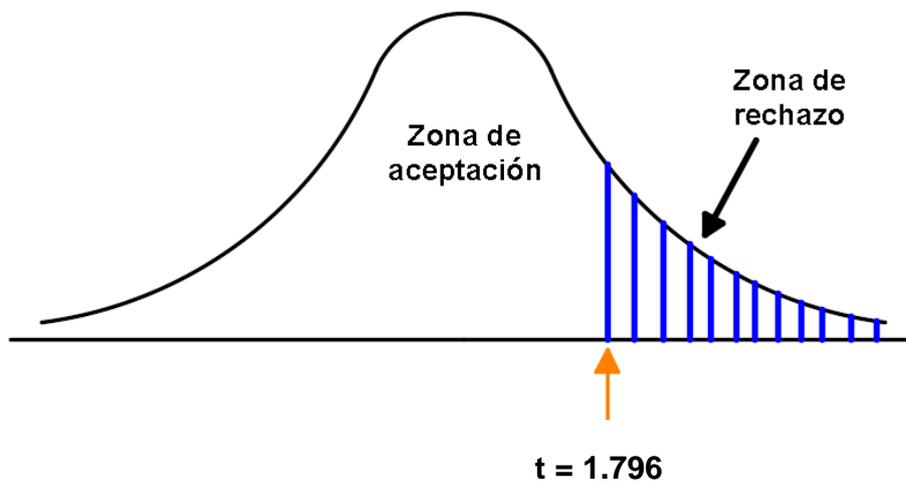
**s** = Desviación estándar de la muestra

$\bar{X}$  = Media muestral

$\mu$  = Media poblacional hipotética

**n** = Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor crítico de "t" se tomará en cuenta la tabla de T student que se adjunta en el anexo 7, obteniendo un  $T_c = 1.796$



$n = 12$

$n - 1 = 11$

$v/ 1-\alpha$	<b>0.95</b>
11	1.796

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

**Dónde:**

**s** = Desviación estándar

**x<sub>i</sub>** = Valores de la muestra

**$\bar{X}$**  = Media de la muestra

**n** = Cantidad de la muestra

$$s = \sqrt{\left( (14.6 - 15.72)^2 + (14.9 - 15.72)^2 + (14.2 - 15.72)^2 + (14.4 - 15.72)^2 + (15 - 15.72)^2 + (15 - 15.72)^2 + (15.2 - 15.72)^2 + (15.3 - 15.72)^2 + (17.5 - 15.72)^2 + (17.6 - 15.72)^2 + (17.5 - 15.72)^2 + (17.4 - 15.72)^2 \right) / (12 - 1)}$$

$$s = 1.35$$

$$T_p = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{15.72 - 12.6}{\frac{1.35}{\sqrt{12}}} = 8$$

**Decisión:**

Se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), debido a que el t de prueba se encuentra en la zona de rechazo.

**Conclusión:**

No se puede afirmar que la resistencia a compresión en bloques promedio del adobe adicionando 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz sea menor a 12.6 kg/cm<sup>2</sup>, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$

2) Análisis de la validación estadística de la resistencia a la flexión en bloques de adobe a los 28 días en los porcentajes 3%, 6% y 9% con adición de cascarilla de arroz.

**Hipótesis nula:**

**Ho:**  $\mu \leq 5.10 \text{ kg/cm}^2$  (se mantiene o reduce la resistencia para los tres porcentajes)

**Hipótesis alterna:**

**H1:**  $\mu > 5.10 \text{ kg/cm}^2$  (al menos uno de los porcentajes obtiene mayor resistencia)

**Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\%$$

**Selección del estadístico de prueba:**

Para esta investigación se usó la prueba estadística del T de student usando la formula del tp debido a que la muestra es  $\leq 30$ , pues se trabajó usando una cantidad de 12 muestras para el ensayo a flexión del adobe adicionando cascarilla de arroz a los 28 días de secado.

**Tabla 31.** Valores del ensayo a flexión adicionando cascarilla de arroz

3%	6%	9%	Promedio de muestras
7	8.53	10.49	8.73
7.06	8.47	10.28	
7.17	9.05	10.12	
6.86	9.09	10.6	

Fuente: Elaboración propia

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

**Dónde:**

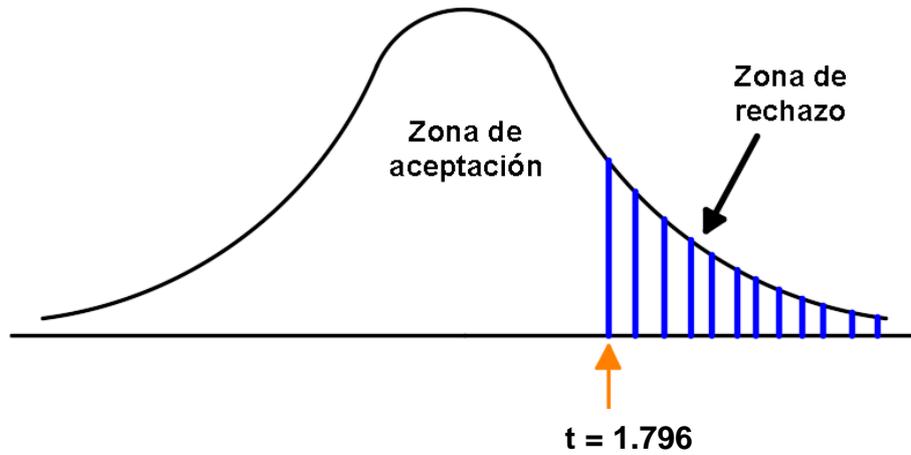
**s** = Desviación estándar de la muestra

$\bar{X}$  = Media muestral

$\mu$  = Media poblacional hipotética

$n$  = Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor critico de "t" se tomará en cuenta la tabla de T student que se adjunta en el anexo 7, obteniendo un  $T_c = 1.796$



$n = 12$

$n - 1 = 11$

$v/ 1-\alpha$	<b>0.95</b>
11	1.796

$$s = \sqrt{\frac{((7 - 8.73)^2 + (7.06 - 8.73)^2 + (7.17 - 8.73)^2 + (6.86 - 8.73)^2 + (8.53 - 8.73)^2 + (8.47 - 8.73)^2 + (9.05 - 8.73)^2 + (9.09 - 8.73)^2 + (10.49 - 8.73)^2 + (10.28 - 8.73)^2 + (10.12 - 8.73)^2 + (10.6 - 8.73)^2)}{(12 - 1)}}$$

$s = 1.45$

$$T_p = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{8.73 - 5.10}{\frac{1.45}{\sqrt{12}}} = 8.67$$

**Decisión:**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), debido a que el t de prueba se encuentra en la zona de rechazo.

**Conclusión:**

No se puede afirmar que la resistencia a flexión promedio del adobe adicionando 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz sea menor a 5.10 kg/cm<sup>2</sup>, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

**3) Análisis de la validación estadística de la resistencia a la compresión en pilas de adobe a los 28 días en los porcentajes 3%, 6% y 9% con adición de cascarilla de arroz.**

**Hipótesis nula:**

**Ho:**  $\mu \leq 6.40$  kg/cm<sup>2</sup> (se mantiene o reduce la resistencia para los tres porcentajes)

**Hipótesis alterna:**

**H1:**  $\mu > 6.40$  kg/cm<sup>2</sup> (al menos uno de los porcentajes obtiene mayor resistencia)

**Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\%$$

**Selección del estadístico de prueba:**

Para esta investigación se usó la prueba estadística del T de student usando la formula del tp debido a que la muestra es  $\leq 30$ , pues se trabajó usando una cantidad de 12 muestras para el ensayo a compresión en pilas del adobe adicionando cascarilla de arroz a los 28 días de secado.

**Tabla 32.** Valores del ensayo a compresión de pilas adicionando cascarilla de arroz

3%	6%	9%	Promedio de muestras
6.8	7.1	7.1	7.03
6.8	7.1	7.3	
6.8	7	7.2	
6.9	7.1	7.2	

Fuente: Elaboración propia

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

**Dónde:**

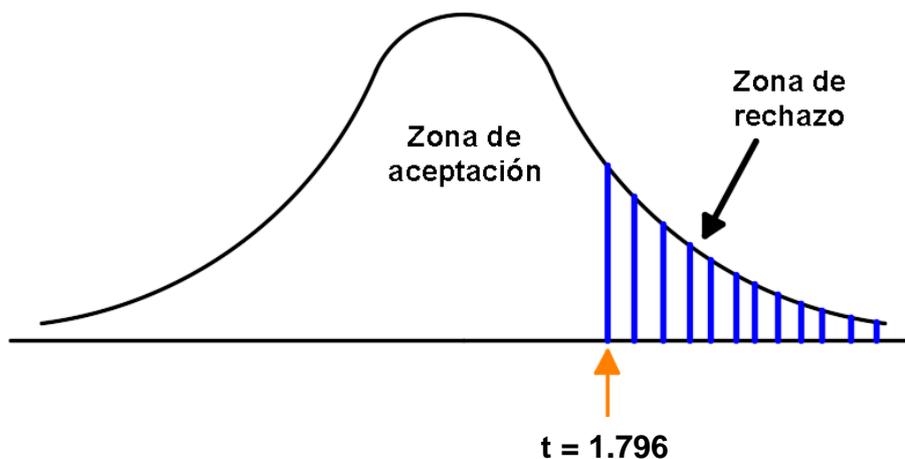
**s** = Desviación estándar de la muestra

$\bar{X}$  = Media muestral

$\mu$  = Media poblacional hipotética

**n** = Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor crítico de “t” se tomará en cuenta la tabla de T student que se adjunta en el anexo 7, obteniendo un  $t_c = 1.796$



$$n = 12$$

$$n - 1 = 11$$

$v/ 1-\alpha$	<b>0.95</b>
11	1.796

$$s = \sqrt{\left(\frac{(6.8 - 7.03)^2 + (6.8 - 7.03)^2 + (6.8 - 7.03)^2 + (6.9 - 7.03)^2 + (7.1 - 7.03)^2 + (7.1 - 7.03)^2 + (7 - 7.03)^2 + (7.1 - 7.03)^2 + (7.1 - 7.03)^2 + (7.3 - 7.03)^2 + (7.2 - 7.03)^2 + (7.2 - 7.03)^2}{12 - 1}\right)}$$

$$s = 0.17$$

$$Tp = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{7.03 - 6.40}{\frac{0.17}{\sqrt{12}}} = 12.84$$

#### **Decisión:**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), debido a que el t de prueba se encuentra en la zona de rechazo.

#### **Conclusión:**

No se puede afirmar que la resistencia a compresión en pilas promedio del adobe adicionando 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz es menor a 6.40 kg/cm<sup>2</sup>, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

4) Análisis de la validación estadística de la absorción de agua en bloques de adobe a los 28 días en los porcentajes 3%, 6% y 9% con adición de cascarilla de arroz.

**Hipótesis nula:**

**H<sub>0</sub>:**  $\mu \geq 16.40 \%$  (se mantiene o aumenta su absorción en los tres porcentajes)

**Hipótesis alterna:**

**H<sub>1</sub>:**  $\mu < 16.40 \%$  (al menos uno de los porcentajes obtiene menor absorción)

**Nivel de significancia:**

$$\alpha = 5\%$$

**Selección del estadístico de prueba:**

Para esta investigación se usó la prueba estadística del T de student usando la formula del tp debido a que la muestra es  $\leq 30$ , pues se trabajó usando una cantidad de 12 muestras para el ensayo de absorción de agua del adobe adicionando cascarilla de arroz a los 28 días de secado.

**Tabla 33.** Valores del ensayo de absorción adicionando cascarilla de arroz

3%	6%	9%	Promedio de muestras
17.3	18.3	19.2	18.36
17.5	18.5	19	
17.9	18.2	18.9	
17.7	18.7	19.1	

**Fuente:** Elaboración propia

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

**Dónde:**

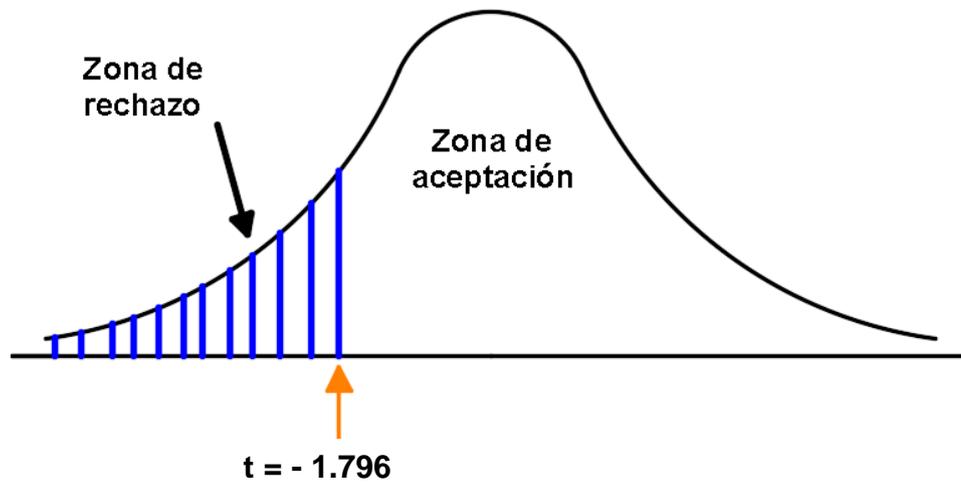
**s** = Desviación estándar de la muestra

$\bar{X}$  = Media muestral

$\mu$  = Media poblacional hipotética

$n$  = Numero de observaciones en la muestra

Para hallar el valor critico de "t" se tomará en cuenta la tabla de T student que se adjunta en el anexo 7, obteniendo un  $T_c = -1.796$



$n = 12$

$n - 1 = 11$

$v/ 1-\alpha$	0.95
11	-1.796

$$s = \sqrt{\left(\frac{(17.3 - 18.36)^2 + (17.5 - 18.36)^2 + (17.9 - 18.36)^2 + (17.7 - 18.36)^2 + (18.3 - 18.36)^2 + (18.5 - 18.36)^2 + (18.2 - 18.36)^2 + (18.7 - 18.36)^2 + (19.2 - 18.36)^2 + (19 - 18.36)^2 + (18.9 - 18.36)^2 + (19.1 - 18.36)^2}{12 - 1}\right)}$$

$s = 0.65$

$$T_p = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{18.36 - 16.40}{\frac{0.65}{\sqrt{12}}} = 10.45$$

**Decisión:**

Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), debido a que el t de prueba se encuentra fuera de la zona de rechazo.

**Conclusión:**

Se puede afirmar que la absorción de agua promedio del adobe adicionando 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz no es menor al 16.40 %, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$

## V. DISCUSIÓN

Según (Llumitasig y Siza, 2017) indican que el uso de paja, estiércol, savia de penca de tuna y sangre de toro en el adobe son beneficiosos para su uso, ya que estos en vez de ser desechados pueden ser aprovechados como agregado en el adobe dando mayores resistencias a las que normalmente nos brinda el adobe tradicional. Asimismo, en la presente investigación se menciona y confirma mediante resultados de los ensayos, que el uso de la cascarilla de arroz en el adobe es factible significativamente, aumentando sus resistencias y aprovechando este subproducto del arroz que muchas veces es desechado debido a su difícil almacenamiento, para el diseño de viviendas unifamiliares en nuestro lugar de investigación: Piura-San Miguel.

Según (Bolaños, 2016) determina mediante los ensayos a compresión y flexión que sus bloques adicionando goma de tuna (una fibra natural), sobrepasan las resistencias que brindan la muestra patrón, dándole resultados que mejoran según su % establecido de 5, 10 y 15 respectivamente. Estos resultados se asemejan en la presente investigación por el sentido favorable de aumento de resistencia en todos los porcentajes, usando una fibra natural, cascarilla de arroz, los resultados con adición de 3%,6% y 9% sobrepasan fácilmente los arrojados por la muestra patrón.

Según (Chuya y Ayala, 2018) afirma que los mayores resultados a la compresión en el adobe lo brindan el mayor % de fibra de vidrio adicionado. Es así como la presente investigación guarda relación que los mayores resultados se obtienen del mayor % agregado en el adobe, en este caso de cascarilla de arroz, dando como % más beneficioso al de 9%, no llegando a cumplir con el establecido de 6%.

Según (Bolaños, 2016) determinó mediante el ensayo de absorción que, a mayor adición de goma de tuna, se llega a incrementar esta capacidad. Lo cual guarda relación con esta investigación que se llegan a obtener resultados desfavorables debido al aumento de absorción en el adobe, a mayor cantidad de cascarilla de arroz, muy contrario a lo que se esperaba.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó que la cascarilla de arroz es factible en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares debido a que, mediante los ensayos, tanto en bloque como pila aumentaron su resistencia, dando a entender que al adicionar este subproducto del arroz se mejoran sus propiedades mecánicas, tanto a compresión como flexión, y a su vez se logra sobrepasar los esfuerzos mínimos de nuestro adobe patrón y el que establece la norma E-080. Los ensayos de absorción de agua, no fueron nada favorables adicionar estos porcentajes, ya que entre más adición de cascarilla de arroz es más la absorción de agua. Por otra parte, esta fibra natural de por sí, es muy comercial y muchas veces son desechadas por los agricultores en nuestro lugar de investigación (Piura), por lo cual se puede aprovechar de manera segura para obtener una mayor resistencia ante esfuerzos de compresión y flexión.

Se calculó que la adición de (3%, 6% y 9%) de cascarilla de arroz si favorece en el incremento de las propiedades mecánicas del adobe en los tres tipos de dosificación trabajados, en lo cual se obtuvo mayores resultados en los ensayos a compresión en bloques y pilas, flexión de bloques de adobe, incrementando su resistencia a la compresión hasta en un 39% y en cuanto a la flexión a más del doble del resultado dado por la muestra patrón. Solo en las propiedades físicas del adobe no se dieron resultados favorables en cuanto a su absorción de agua que, en vez de reducir la absorción, a más adición de cascarilla de arroz lo que nos dio como resultado fue un mayor porcentaje de esta capacidad, teniendo hasta un 19.10% con adición de 9% de cascarilla de arroz comparada a la muestra patrón que nos da un 16.40% de absorción.

- Los resultados a la resistencia a la compresión en bloques de nuestra muestra patrón con adición del 1% de paja, a los 28 días de secado, nos ha dado una resistencia de 12.7 kg/cm<sup>2</sup>, 12.9 kg/cm<sup>2</sup>, 12.3 kg/cm<sup>2</sup> y 12.5 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual el promedio de nuestra muestra patrón en resistencia es de 12.6 kg/cm<sup>2</sup> y así superando al esfuerzo de la norma E.080, que nos da como promedio 10.20 kg/cm<sup>2</sup>. La muestra con adición de cascarilla en el adobe con el 3% nos da como resistencia 14.5 kg/cm<sup>2</sup> así superando a nuestra muestra patrón que ha llegado a una resistencia de promedio de

12.6 kg/cm<sup>2</sup>. A su vez también con la adición del 6% de cascarilla de arroz nos da como resistencia promedio 15.10 kg/cm<sup>2</sup> y con adición del 9% de cascarilla de arroz nos da un promedio de resistencia a compresión de 17.5 kg/cm<sup>2</sup>, así llegando a ser el más óptimo en los porcentajes de adición de cascarilla de arroz en el adobe.

- Los resultados a la resistencia a flexión en bloques de nuestra muestra patrón con adición del 1% de paja, a los 28 días de secado nos ha dado como resistencia 5.12 kg/cm<sup>2</sup>, 5.02 kg/cm<sup>2</sup>, 5.32 kg/cm<sup>2</sup> y 4.96 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual nuestro promedio de resistencia a la flexión es de 5.10 kg/cm<sup>2</sup>. La muestra con adición de cascarilla de arroz con el 3% realizado a los 28 días, nos ha dado como promedio 7.02 kg/cm<sup>2</sup> incrementando hasta un 38% comparada a la muestra patrón, también con la adición del 6% de cascarilla de arroz realizado a los 28 días nos ha dado un promedio de 8.78 kg/cm<sup>2</sup> incrementando hasta un 72% a la muestra patrón, a su vez también con la adición del 9% de cascarilla de arroz a los 28 días nos ha dado un promedio 10.37 kg/cm<sup>2</sup> incrementando a más del doble de la muestra patrón.
- Los resultados a la resistencia a la compresión en pilas de nuestra muestra patrón con adición del 1% de paja, a los 56 días de secado, nos ha dado una resistencia de 6.40 kg/cm<sup>2</sup>, 6.60 kg/cm<sup>2</sup>, 6.30 kg/cm<sup>2</sup> y 6.40 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual el promedio de nuestra muestra patrón en resistencia es de 6.40 kg/cm<sup>2</sup> y así superando al esfuerzo de la norma E.080, que nos da como promedio 6.12 kg/cm<sup>2</sup>. La muestra con adición de cascarilla en el adobe con el 3% nos da como resistencia 6.80 kg/cm<sup>2</sup> así superando a nuestra muestra patrón que ha llegado a una resistencia de promedio de 6.40 kg/cm<sup>2</sup>. A su vez también con la adición del 6% de cascarilla de arroz nos da como resistencia promedio 7.10 kg/cm<sup>2</sup> y con adición del 9% de cascarilla de arroz nos da un promedio de resistencia a compresión de 7.20 kg/cm<sup>2</sup>, así llegando a ser el más óptimo en los porcentajes de adición de cascarilla de arroz en el adobe.

Se determinó que los resultados más óptimos de adición de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas, tanto en los ensayos a compresión en bloques y pilas, como flexión en bloques fueron el 9% dando como un promedio en resistencia de los ensayos a compresión en bloques de 17.5 kg/cm<sup>2</sup> a diferencia de las otras muestras con 3% y 6% que dieron 14.5 y 15.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En la compresión de pilas con un promedio de 7.2 kg/cm<sup>2</sup> superior a las otras muestras que dieron 6.8 y 7.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En flexión en bloques de adobe se dio una resistencia casi el doble de resistencia con un promedio de 10.37 kg/cm<sup>2</sup>, pues, todos estos resultados con 9% superaron enormemente los esfuerzos mínimos del adobe patrón y la Norma E-080.

Se identificó que el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para reducir la absorción de agua del adobe, de acuerdo al ensayo realizado de absorción de agua por un tiempo de 24 horas, no dio resultados favorables ya que entre más porcentaje de cascarilla de arroz se agregue es más la absorción de agua en el adobe, por lo cual no se ha podido minimizar el promedio de nuestra muestra patrón que nos dio como resultado del 16.40 % de absorción y nuestra muestra con adición del 3% nos da un promedio de 17.60 % de absorción de agua, por ende, no se obtiene un porcentaje óptimo a usar de este subproducto del arroz, donde lo que se buscaba es reducir esta capacidad de absorción.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda hacer uso de la cascarilla de arroz para la fabricación de adobes más resistentes, y por ende, construir viviendas más seguras que las que normalmente se realizan con la paja, sobre todo en las zonas rurales y lugares aledaños al distrito de San Miguel - Piura. Mediante la aplicación de este método se conseguirá un mejor aprovechamiento de esta fibra natural, beneficiosas tanto económicas como un mayor tiempo de vida para las estructuras, pues esta técnica reducirá los daños ocasionados por los fenómenos naturales. Pero si lo que se desea es evitar el agua en este tipo de construcciones, no sería nada recomendable, debido a que a mayor cascarilla de arroz se agregue al adobe, mayor será la absorción que tenga este.

Se sugiere que al experimentar con cascarilla de arroz en el adobe se verifique si se trabajara en relación al peso de la tierra o en cuanto al volumen de esta, pues en mayores porcentajes de cascarilla de arroz el volumen esta fibra puede llegar a saturar el bloque, pareciendo más un bloque de cascarilla de arroz que un bloque de adobe, de esa manera no lograr una adecuada adherencia, mezcla, y durabilidad para las viviendas.

Se recomienda elaborar adecuadamente los bloques de adobe teniendo en cuenta que antes de usar una tierra se deben realizar las pruebas de campo para determinar si el suelo cuenta con una cantidad de arcilla aceptable y lograr una correcta muestra. También al momento de ponerlos a secar, protegerlos durante los primeros días del sol, para evitar los fisuramientos, a los 14 días voltear estos y dejarlos secar por un total de 28 días desde que se inició este proceso y así obtener unos mejores resultados.

Se sugiere que al momento de realizar los ensayos de absorción de unidades de adobe se haga por capilaridad, ya que consiste en sumergir la tercera parte de la altura de la unidad del adobe para que así pueda absorber el agua por capilaridad y así hacer un ensayo correcto, ya que también tener en cuenta que si se sumerge toda la unidad de adobe es probable que llegue a desintegrarse al 100%, por ende, se recomienda optar por el ensayo de capilaridad.

## REFERENCIAS

### Boletines

LLERENA, Luis. Historia del adobe [En línea]. Perú: 2008 [Fecha de consulta: 16 de abril del 2020].

Disponible en: [https://www.academia.edu/13338127/HISTORIA\\_DEL\\_ADOBE](https://www.academia.edu/13338127/HISTORIA_DEL_ADOBE)

MINISTERIO de agricultura y riego. IV Censo Nacional de arroz en molinos, almacenes y comercios mayoristas 2019 [en línea]. Lima: 2019 [Fecha de consulta: 16 de abril del 2020].

Disponible en:  
[http://siesa.minagri.gob.pe/siesa/sites/default/files/IV\\_CENSO\\_NACIONAL\\_ARROZ-2019%20\(1\)\\_0.pdf](http://siesa.minagri.gob.pe/siesa/sites/default/files/IV_CENSO_NACIONAL_ARROZ-2019%20(1)_0.pdf)

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Edificaciones antisísmicas de adobe [en línea]. Perú: 2010 [Fecha de consulta: 22 de abril del 2020].

Disponible en:  
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Manuales\\_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf)

SISTEMA tradicional constructivo adobe. [Agosto, 2012] [en línea]. Granada: Universidad Nacional de Ingeniería. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:  
[https://www.academia.edu/7556741/SISTEMA\\_CONSTRUCTIVO\\_ORG%C3%81NICO\\_ADOBE](https://www.academia.edu/7556741/SISTEMA_CONSTRUCTIVO_ORG%C3%81NICO_ADOBE)

## Libros electrónicos

APLICACIÓN de tecnologías para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz por Yineth Piñeros [et al.] [en línea]. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2011 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020].

Disponible en:  
[https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-cascarilla\\_de\\_arroz-\\_pag-web\\_0.pdf](https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-cascarilla_de_arroz-_pag-web_0.pdf)  
ISBN: 9789587250633

BISQUERRA, Rafael. Metodología de la investigación educativa [en línea]. 2.<sup>a</sup> ed. Madrid: La Muralla, S.A., 2009 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020].

Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=VSb4\\_cVukkcC&pg=PA145&dq=muestreo+no+probabilistico+en+la+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQkf-z2ujpAhWOH7kGHfUZDgoQ6AEIUTAF#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=VSb4_cVukkcC&pg=PA145&dq=muestreo+no+probabilistico+en+la+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQkf-z2ujpAhWOH7kGHfUZDgoQ6AEIUTAF#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 9788471337481

GALLEGOS, Héctor. Albañilería estructural [en línea]. 3.<sup>a</sup> ed. Perú: Universidad Católica del Perú, 2005 [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2020].

Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=hAseV7yYZG8C&printsec=frontcover&dq=alba%C3%B1ileria+estructural&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwij4pr7oO7pAhW0K7kGHRAeA6QQ6AEIJzAA#v=onepage&q=alba%C3%B1ileria%20estructural&f=false>  
ISBN: 9972427544

G., Arias. El proyecto a la investigación. Introducción a la metodología de la investigación [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. Caracas: Episteme, C.A., 2012 [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2020].

Disponible en: <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>  
ISBN: 9800785299

HERNÁNDEZ, Manuel y SASTRE, Ana. Tratado de nutrición [en línea]. Madrid: Díaz de Santos, S. A., 1999 [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=SQLNJOsZClwC&pg=PA404&dq=cascarilla+a+de+arroz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTsoiciYfpAhUoIrkGHafkCvAQ6AEIYjAI#v=onepage&q=cascarilla%20de%20arroz&f=false>

ISBN: 8479783877

HOZ, Jaime, MALDONADO, Luis y VELA, Fernando. Diccionario de construcción tradicional: tierra [en línea]. [s.l.]: Nerea, 2013 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=pZQG8i5UXv4C&pg=PA57&dq=adobe+en+la+construccion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTgtThpLTPAhVYvZ4KHQWdBTwQ6AEIJzAA#v=onepage&q=adobe%20en%20la%20construccion&f=false>

ISBN: 9788489569805

MINGARRO, Francisco. Degradación y conservación del patrimonio arquitectónico [en línea]. Madrid: Complutense, 1999 [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=gdUzPqg2ViYC&pg=PA128&dq=adobe+en+la+construccion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiZzO-Ck4fpAhUjK7kGHST0DwoQ6AEIQTAD#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 8489365849

MINISTERIO de agricultura y desarrollo rural. Agroindustria y competitividad [en línea]. Bogotá: Mundo 3D, 2006 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=RSzw3sgBr28C&pg=PA371&dq=que+es+la+cascarilla+de+arroz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiyq\\_rY0YbpAhUqD7kGHUL5B4g4ChDoAQhkMAg#v=onepage&q=cascarilla%20de%20arroz&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=RSzw3sgBr28C&pg=PA371&dq=que+es+la+cascarilla+de+arroz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiyq_rY0YbpAhUqD7kGHUL5B4g4ChDoAQhkMAg#v=onepage&q=cascarilla%20de%20arroz&f=false)

ISBN: 9589328652

M., Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. Córdoba: Brujas, 2006 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&dq=metodologia+de+la+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj37IKQ6LPpAhX5EbkGHQY-DSEQ6AEISDAE#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 9875910260

MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. México: Progreso S.A de C.V, 2015 [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=DflcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mu%C3%B1oz+metodologia+de+la+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjts9LT1u7pAhVyILkGHVMkDnQQ6AEIJzAA#v=onepage&q=mu%C3%B1oz%20metodologia%20de%20la%20investigacion&f=false>

ISBN: 9786074265422

PASTOR, María. La construcción con tierra en Arqueología: teoría, métodos, técnicas y aplicación [en línea]. [s.l.]: Universidad de Alicante, 2017 [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=pAJEDwAAQBAJ&pg=PA78&lpg=PA78&dq=Las+construcciones+de+adobe+sufren+un+proceso+de+degradaci%C3%B3n+al+contacto+con+agentes+medioambientales+como+el+viento+o+el+agua.+La+lluvia+y+la+humedad+ascendente+introducen+sales+solubles+que+causan+la+deshidrataci%C3%B3n+de+la+tierra+de+los+bloques&source=bl&ots=Yy0gN5IYkD&sig=ACfU3U299qPYGA-nviBwr9Th->

[6vHNA\\_4hA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwja2Nugvu7pAhWbD7kGHR13BuMQ6AEwAHoECAsQAQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=pAJEDwAAQBAJ&pg=PA78&lpg=PA78&dq=Las+construcciones+de+adobe+sufren+un+proceso+de+degradaci%C3%B3n+al+contacto+con+agentes+medioambientales+como+el+viento+o+el+agua.+La+lluvia+y+la+humedad+ascendente+introducen+sales+solubles+que+causan+la+deshidrataci%C3%B3n+de+la+tierra+de+los+bloques&source=bl&ots=Yy0gN5IYkD&sig=ACfU3U299qPYGA-nviBwr9Th-6vHNA_4hA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwja2Nugvu7pAhWbD7kGHR13BuMQ6AEwAHoECAsQAQ#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 9788497175418

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (RNE). 13.<sup>a</sup> ed. Perú: Megabyte, 2019. 855pp.

ISBN: 9786123043346

SANCHEZ, Teodoro. Utilización de la cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras [en línea]. Lima: ITDG Publishing, 2002 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=ropACYvA6NsC&pg=PP41&dq=cascara+de+arroz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjZgoOu9oPpAhWLK7kGHZOMAvYQ6AEILjAB#v=onepage&q=cascarilla%20de%20arroz&f=false>

ISBN: 9789972792137

### **Revistas científicas**

CARACTERIZACIÓN del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos por Vargas Luis [et al] [en línea]. San José: Universidad de Costa Rica, 2013 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:

<http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/qyf/article/view/56/37>

ISSN: 2224-5545

HERRERA, Gloria, HORMAZA, Angelina y GALLEGO, Darío. Cascarilla de arroz: material alternativo y de bajo costo para el tratamiento de aguas contaminadas con cromo (vi). *Gestión y Ambiente* [en línea]. Mayo 2011, n.º 1. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169422215006>

ISSN: 0124-177X

LA cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación por Oriana Llanos [et al] [en línea]. Julio-diciembre 2016, n.º 2. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020].

Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/313454708\\_La\\_cascarilla\\_de\\_arroz\\_como\\_una\\_alternativa\\_en\\_procesos\\_de\\_descontaminacion](https://www.researchgate.net/publication/313454708_La_cascarilla_de_arroz_como_una_alternativa_en_procesos_de_descontaminacion)

ISSN: 1909-0455

Malik, Priyanka. Use of Activated Carbons Prepared from Sawdust and Rice-Husk for Adsorption of Acid Dyes: A Case Study of Acid Yellow 36. *Dyes and Pigments - DYE PIGMENT* [en línea]. [s.l.]: 239- 249, 2003 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

PRADA, Abelardo y CORTÉZ, Caroll. La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. *Orinoquia* [en línea]. Meta: Universidad de los Llanos, 2010 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89622691013>

ISSN: 0121-3709

RUIZ, J. y VIDAL, Francisco. Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de Tuxtla Gutiérrez. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo* [en línea]. Febrero 2014, n.º 7. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:  
[https://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/pdf/piezas\\_adobe.pdf](https://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/pdf/piezas_adobe.pdf)

ISSN: 2007-6703

VALVERDE, Agustín, SARRIA, Bienvenido y MONTEAGUDO, José. Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz [en línea]. Diciembre 2007, n.º 27. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:  
<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4055/2213>

ISSN: 0122-1701

VARÓN, Javier. Diseño, construcción y puesta a punta de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz. *El Hombre y la*

*Máquina* [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2005 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47802513>

ISSN: 0121-0777

## **Tesis**

ALVAREZ, Kerly. Elaboración y comercialización de material de construcción a base de la cascarilla de arroz y su incidencia en el fortalecimiento de la preservación del medio ambiente. Tesis (Título de Químico y Farmacéutico). Ecuador: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, 2014. 186 pp.

BOLAÑOS, Juan. Resistencia A Compresión, Flexión Y Absorción Del Adobe Compactado Con Adición De Goma De Tuna. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. 162 pp.

LEON, Bryan. Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2019. 101 pp.

LLUMITASIG, Sandra y SIZA, Ana. Estudio de La resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017. 97 pp.

MANRIQUE, Julio. Evaluación de niveles de cascara de arroz y su influencia sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de adobe. Zungaro Cocha, 2016. Tesis (Grado de Doctor). Iquitos: Universidad nacional de la amazonia peruana, 2017. 71 pp.

MANTILLA, Jhon. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 126 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1996/TESIS-VARIACION%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20FISICO%20MECANICAS%20DEL%20ADOBE%20AL%20INCORPORAR%20VIRUTA%20Y%20CAUCHO-.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SOTOMAYOR, Luis. Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Santiago: Universidad Andrés Bello. 2018, 110 pp.

Disponible en: [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/7447/a123593\\_Sotomayor\\_L\\_El\\_adobe\\_diseno\\_y\\_proceso\\_2018\\_Tesis.pdf?sequence=1](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/7447/a123593_Sotomayor_L_El_adobe_diseno_y_proceso_2018_Tesis.pdf?sequence=1)

TORRES, Myriam. Prototipo de vivienda social modular emergente, con adobe estabilizado, para el caso de erupción del Volcán Cotopaxi. Tesis (Grado de Doctor). España: Universidad de Extremadura, 2017. 188 pp

## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de consistencia

Tabla 34: Matriz de consistencia

TÍTULO: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Diseño de la investigación:</b> Experimental  <b>Método de investigación:</b> Investigación cuantitativa  <b>Población:</b> 64 unidades de adobe  <b>Muestreo:</b> No probabilístico  <b>Muestra:</b> 4 unidades de adobe
¿Qué tan factible es la cascarilla de arroz en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?	Determinar la factibilidad de la cascarilla de arroz en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020	La cascarilla de arroz es factible significativamente en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020	Cascarilla de arroz	Porcentaje de cascarilla de arroz	3% con relación al peso seco de la tierra	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>			6% con relación al peso seco de la tierra	
¿La adición de cascarilla de arroz favorecerá las propiedades físicas y mecánicas del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?	Calcular las propiedades físicas y mecánicas del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020	La incorporación de cascarilla de arroz en el adobe favorecerá las propiedades físicas y mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020			9% con relación al peso seco de la tierra	
¿Cuál es el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, en el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?	Determinar el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del adobe en el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020	El porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, es igual al 6%, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020	Mejoramiento del adobe	Propiedades Físicas	Absorción de Agua (%)	
¿Cuál es el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para reducir la absorción de agua del adobe, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020?	Identificar el porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para reducir la absorción de agua del adobe, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020	El porcentaje óptimo de cascarilla de arroz para minimizar la absorción de agua del adobe, es igual al 3%, para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020		Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
					Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2: Resultados de los ensayos de laboratorio



Cel: 980703014 / 947280585  
 Fijo: 01 7261346  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD	Código	FOR-LTC-AG-015-02
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ASTM D2216, NTP 339.127

<b>REFERENCIA</b>	: Ensayo en laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	: Erlin Huarancca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 01/09/2020</span>

MUESTRA	M-1	
PROFUNDIDAD	De acopio	
<b>CÁLCULOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216/ NTP 339.127</b>		
Tara N°	A	B
Peso de tara	235.7	245.1
Tara + m. húmeda	678.9	689.2
Tara + m. seca	657.4	668.9
Peso de agua	21.5	20.3
Peso de m. seca	421.7	423.8
Contenido de Humedad (%)	5.1	4.8
Promedio (%)	4.9	

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	---	--

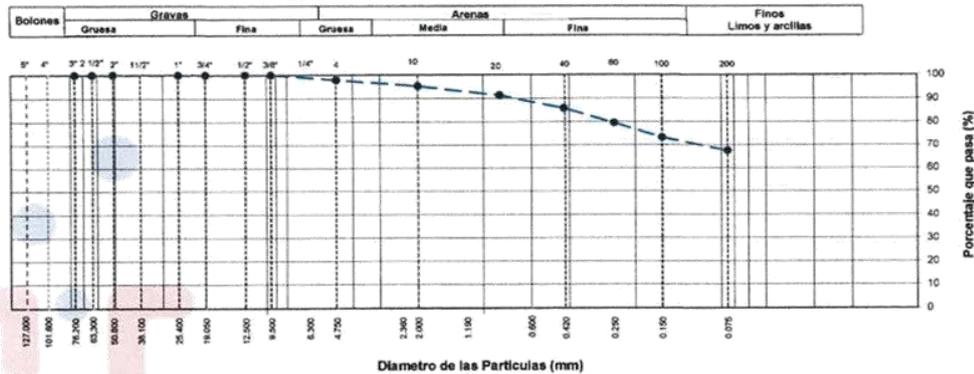
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D6913 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	: Ensayo en laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Anselmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 01/09/2020</span>
<b>CALICATA</b>	: --
<b>MUESTRA</b>	: M-1
<b>PROFUNDIDAD</b>	: De acopio

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 4.9  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Limite Líquido (LL) 30 Limite Plástico (LP) 22 Índice Plástico (IP) 8 Grava (%) 2.1      Arena (%) 30.3      Finos (%) 67.5  <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-4 (7) Nombre del Grupo Arcilla arenosa de baja plasticidad  <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	97.9		
Nº 10	2.000	95.2		
Nº 20	0.840	91.4		
Nº 40	0.425	85.8		
Nº 60	0.250	79.6		
Nº 80	0.177	79.6		
Nº 100	0.150	73.3		
Nº 200	0.075	67.5		
< Nº 200	FONDO			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra proviata e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJGEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

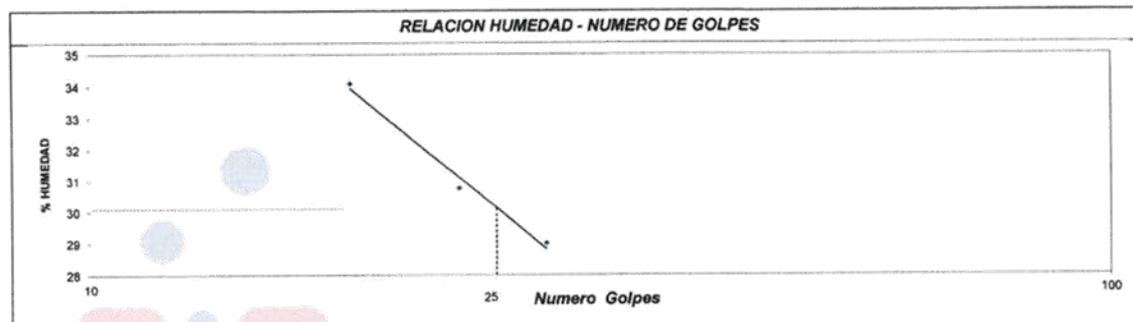
Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ÉLMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
---	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

<b>REFERENCIA</b>	: Ensayo en laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	: Erlin Huarancca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 01/09/2020</span>
<b>CALICATA</b>	: --
<b>MUESTRA</b>	: M-1
<b>PROFUNDIDAD</b>	: De acopio

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	9	6	2	7	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	32.45	30.84	31.21	24.65	24.80	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	27.82	26.95	27.46	22.89	23.02	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.24	14.30	14.53	15.08	15.08	
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.63	3.89	3.75	1.76	1.78	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.58	12.65	12.93	7.81	7.94	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	34.09	30.75	29.00	22.54	22.42	
N° De Golpes		18	23	28			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	30.1	22.5	



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
-------------------------------------	---

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
E.080

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascanilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura
	FECHA DE ENSAYO: 3/10/2020

FECHA DE ELABORACIÓN: 04-09-2020

TIPO: ADOBE MEJORADO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
P-1	9.60	9.70	93.1	1179.3	12.7
P-2	9.60	9.60	92.2	1187.5	12.9
P-3	9.70	9.70	94.1	1156.2	12.3
P-4	9.70	9.60	93.1	1167.4	12.5
<b>Promedio:</b>					<b>12.6</b>

CÁLCULO:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F</p>	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**

E.080

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Erlin Huaranca Quito/ Jhon Anselmo Vasquez Ramirez  
**TESIS** : Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020  
**UBICACIÓN** : Piura **FECHA DE ENSAYO:** 3/10/2020

FECHA DE ELABORACIÓN: 04-09-2020

TIPO: ADOBE MEJORADO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
3%-1	9.70	9.60	93.1	1361.1	14.6
3%-2	9.60	9.70	93.1	1386.2	14.9
3%-3	9.70	9.60	93.1	1321.8	14.2
3%-4	9.70	9.70	94.1	1355.3	14.4
<b>Promedio:</b>					<b>14.5</b>

CÁLCULO:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906</p>	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
E.080

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huarancca Quito/ Jhon Anceimo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura
	FECHA DE ENSAYO: 3/10/2020

FECHA DE ELABORACIÓN: 04-09-2020

TIPO: ADOBE MEJORADO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
6%-1	9.70	9.70	94.1	1415.8	15.0
6%-2	9.70	9.80	95.1	1424.4	15.0
6%-3	9.70	9.80	95.1	1445.6	15.2
6%-4	9.80	9.70	95.1	1455.2	15.3
				<b>Promedio:</b>	<b>15.1</b>

CÁLCULO:

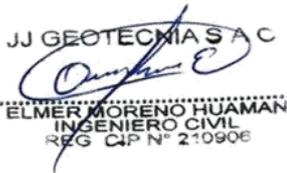
$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f., indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
-------------------------------------	---

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
E.080

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura
	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 3/10/2020

FECHA DE ELABORACIÓN: 04-09-2020

TIPO: ADOBE MEJORADO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
9%-1	9.80	9.80	96.0	1681.2	17.5
9%-2	9.80	9.80	96.0	1688.5	17.6
9%-3	9.80	9.70	95.1	1667.9	17.5
9%-4	9.70	9.80	95.1	1654.8	17.4
				<b>Promedio:</b>	<b>17.5</b>

CÁLCULO:

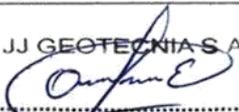
$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906</p>	<p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p>  <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.613

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 03/10/2020</span>

TIPO: ADOBE MEJORADO

Fecha de elaboración : 14/09/2020

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	S (kg/cm <sup>2</sup> )
P-1	22.5	12.60	9.60	176	<b>5.12</b>
P-2	22.5	12.80	9.70	179	<b>5.02</b>
P-3	22.5	12.60	9.70	187	<b>5.32</b>
P-4	22.5	12.70	9.60	172	<b>4.96</b>
<b>Promedio</b>					<b>5.10</b>

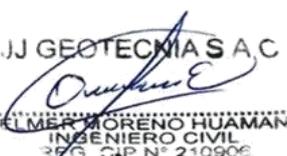
**CÁLCULO**

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>REG. CIP N° 210906</b>	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.613

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura
	<b>Fecha de ensayo:</b> 03/10/2020

TIPO: ADOBE MEJORADO

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	S (kg/cm <sup>2</sup> )
3%-1	22.5	12.70	9.70	248	<b>7.00</b>
3%-2	22.5	12.70	9.80	255	<b>7.06</b>
3%-3	22.5	12.80	9.80	261	<b>7.17</b>
3%-4	22.5	12.70	9.70	243	<b>6.86</b>
				<b>Promedio</b>	<b>7.02</b>

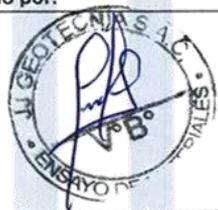
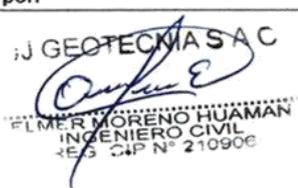
**CÁLCULO**

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre ladrillo entero.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.613

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura
	<b>Fecha de ensayo:</b> 03/10/2020

TIPO: ADOBE MEJORADO

FECHA DE ELABORACIÓN : 04/09/2020

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm <sup>2</sup> )	W (Kg)	S (Kg/cm <sup>2</sup> )
6%-1	21.5	12.80	9.80	325	<b>8.53</b>
6%-2	21.7	12.80	9.80	320	<b>8.47</b>
6%-3	22.0	12.90	9.70	333	<b>9.05</b>
6%-4	21.9	12.80	9.80	340	<b>9.09</b>
				<b>Promedio</b>	<b>8.78</b>

**CÁLCULO**

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.613

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura
	<b>Fecha de ensayo:</b> 03/10/2020

TIPO: ADOBE MEJORADO

Fecha de elaboración : 04/09/2020

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm <sup>2</sup> )	W (Kg)	S (Kg/cm <sup>2</sup> )
9%-1	22.5	12.80	9.80	382	<b>10.49</b>
9%-2	22.5	12.90	9.90	385	<b>10.28</b>
9%-3	22.5	12.90	9.90	379	<b>10.12</b>
9%-4	22.5	12.90	9.80	389	<b>10.60</b>
				<b>Promedio</b>	<b>10.37</b>

**CÁLCULO**

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN</b>
--	--

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
NTP 399.613 / NTP 399.604

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	: Eriin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;"><b>Fecha del ensayo:</b> 02/10/2020</span>

<b>TIPO</b>	: ADOBE MEJORADO
-------------	------------------

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ADOBE: 04-09-2020

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
PATRÓN - 1	4843	5642	16.5
PATRÓN - 2	4798	5586	16.4
PATRÓN - 3	4856	5651	16.4
PATRÓN - 4	4838	5621	16.2
<b>PROMEDIO</b>			<b>16.4</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

	<b>Revisado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>REG. OMP N° 210906</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN</b>
--	--

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**

NTP 399.613 / NTP 399.604

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	: Erlin Huarancca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;">Fecha del ensayo: 02/10/2020</span>

<b>TIPO</b>	: ADOBE MEJORADO
-------------	------------------

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ADOBE: 04-09-2020

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
3% - 1	4821	5657	17.3
3% - 2	4789	5626	17.5
3% - 3	4813	5675	17.9
3% - 4	4825	5678	17.7
<b>PROMEDIO</b>			<b>17.6</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

	<b>Revisado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. D.P. N° 210906	<b>Aprobado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN</b>
--	--

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**

NTP 399.613 / NTP 399.604

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Anselmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;"><b>Fecha del ensayo:</b> 02/10/2020</span>

<b>TIPO</b>	: ADOBE MEJORADO
-------------	------------------

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ADOBE: 04-09-2020

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
6% - 1	4828	5711	18.3
6% - 2	4786	5670	18.5
6% - 3	4804	5680	18.2
6% - 4	4815	5715	18.7
<b>PROMEDIO</b>			<b>18.4</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

 <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>REG. CIP N° 210906</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN</b>
--	--

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**

NTP 399.613 / NTP 399.604

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	: Erlin Huarancca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Piura <span style="float: right;"><b>Fecha del ensayo:</b> 02/10/2020</span>

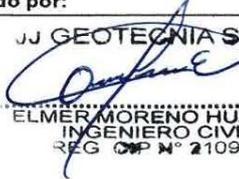
<b>TIPO</b>	: ADOBE MEJORADO
-------------	------------------

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ADOBE: 04-09-2020

IDENTIFICACIÓN (DISEÑO)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
9% - 1	4804	5727	19.2
9% - 2	4785	5696	19.0
9% - 3	4798	5705	18.9
9% - 4	4786	5699	19.1
<b>PROMEDIO</b>			<b>19.1</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

	<b>Revisado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C</b> <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>REG. COP N° 210906</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	5/11/2019

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
RNE E.080

<b>REFERENCIA</b>	: DATOS DE LABORATORIO
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 06/11/2020</span>

ADOBE

Fecha de asentado : 09/10/2020

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f <sub>m</sub>	f <sub>m</sub> corregido (kg/cm <sup>2</sup> )	
PATRON	46.0	12.8	3.59	294	2026.0	6.9	6.4	
PATRON	45.0	12.7	3.54	288	2025.0	7.1	6.6	
PATRON	45.0	12.8	3.52	294	2010.0	6.8	6.3	
PATRON	45.0	12.7	3.54	290	2008.0	6.9	6.4	
<b>PROMEDIO</b>								6.4

DONDE:

f<sub>m</sub> = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm<sup>2</sup>)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>

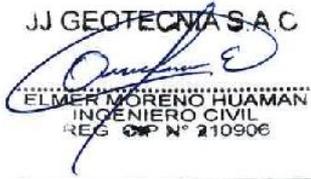
1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 kPa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* Prueba realizada a los 14 días.
- \* Número de unidades que conforman cada prisma : 04 unidades.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	5/11/2019

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
RNE E.080

<b>REFERENCIA</b>	: DATOS DE LABORATORIO
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarrilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima
	<b>Fecha de ensayo:</b> 06/11/2020

ADOBE

Fecha de asentado : 09/10/2020

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f <sub>m</sub>	f <sub>m</sub> corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
3% CASCARRILLA	45.0	12.5	3.60	285	2094.0	7.3	6.8
3% CASCARRILLA	44.5	12.5	3.56	285	2090.0	7.3	6.8
3% CASCARRILLA	45.0	12.6	3.57	284	2080.1	7.3	6.8
3% CASCARRILLA	45.0	12.7	3.54	290	2150.5	7.4	6.9
<b>PROMEDIO</b>							<b>6.8</b>

DONDE:

f<sub>m</sub> = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm<sup>2</sup>)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>

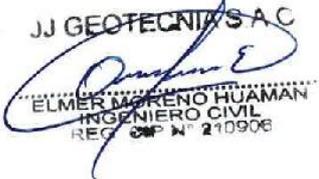
1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* Prueba realizada a los 14 días.
- \* Número de unidades que conforman cada prisma : 04 unidades.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	5/11/2019

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
RNE E.080

<b>REFERENCIA</b>	: DATOS DE LABORATORIO
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huarancca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 06/11/2020</span>

ADOBE

Fecha de asentado : 09/10/2020

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f <sub>m</sub>	f <sub>m</sub> corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
6% CASCARILLA	44,5	12,5	3,56	286	2194,0	7,7	7,1
6% CASCARILLA	45,0	12,6	3,57	287	2179,0	7,6	7,1
6% CASCARILLA	45,0	12,6	3,57	286	2149,9	7,5	7,0
6% CASCARILLA	44,0	12,7	3,46	290	2198,9	7,6	7,1
<b>PROMEDIO</b>							7,1

DONDE:

f<sub>m</sub> = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm<sup>2</sup>)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 Nm<sup>2</sup>

1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* Prueba realizada a los 14 días.
- \* Número de unidades que conforman cada prisma : 04 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	5/11/2019

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
RNE E.080

<b>REFERENCIA</b>	: DATOS DE LABORATORIO
<b>SOLICITANTE</b>	: Erlin Huaranca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez
<b>TESIS</b>	: Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 06/11/2020</span>

ADOBE

Fecha de asentado : 09/10/2020

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACION h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f <sub>m</sub>	f <sub>m</sub> corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
9% CASCARILLA	44.0	12.5	3.52	288	2190.0	7.6	7.1
9% CASCARILLA	45.0	12.6	3.57	287	2243.0	7.8	7.3
9% CASCARILLA	45.0	12.5	3.60	286	2201.0	7.7	7.2
9% CASCARILLA	44.0	12.8	3.44	292	2269.0	7.8	7.2
<b>PROMEDIO</b>							<b>7.2</b>

DONDE:

f<sub>m</sub> = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm<sup>2</sup>)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>

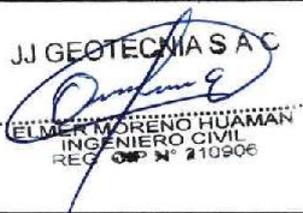
1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* Prueba realizada a los 14 días.
- \* Número de unidades que conforman cada prisma : 04 unidades.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

### ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>
-----------------------------

**REFERENCIA** : Ensayo en laboratorio

**SOLICITANTES** : Erlin Huarancca Quito/ Jhon Ancelmo Vasquez Ramirez

**TESIS** : Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020

**UBICACIÓN** : Piura

**Fecha de ensayo:**

<b>MUESTRA</b>	<b>M-1</b>
<b>PROFUNDIDAD</b>	

<b>CÁLCULOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216/ NTP 339.127</b>		
Tara N°	A	B
Peso de tara		
Tara + m. húmeda		
Tara + m. seca		
Peso de agua		
Peso de m. seca		
Contenido de Humedad (%)		
<b>Promedio (%)</b>		

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

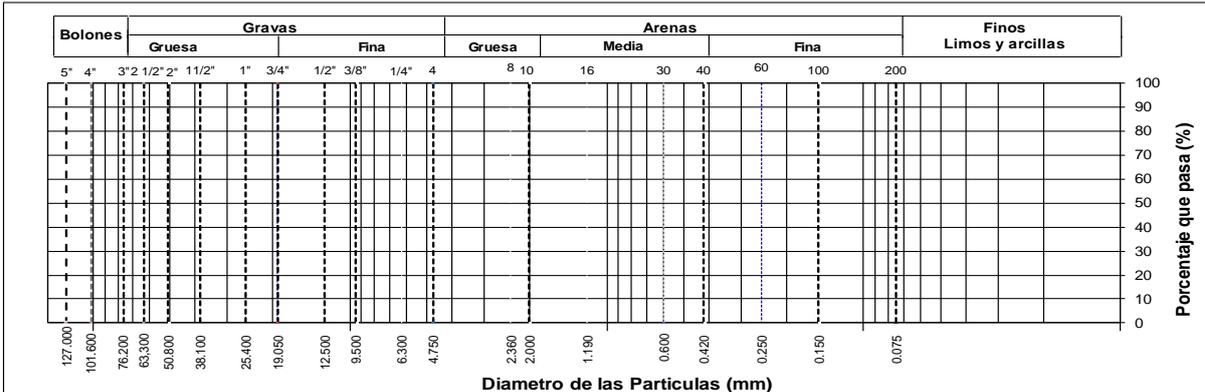
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de Laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: HUARANCCA QUITO, ERLIN - VASQUEZ RAMIREZ, JHON
<b>TESIS</b>	: "MEJORAMIENTO DEL ADOBE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN SAN MIGUEL-PIURA-2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: PIURA
<b>CALICATA</b>	
<b>MUESTRA</b>	
<b>PROFUNDIDAD</b>	<i>Fecha de ensayo:</i>

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
	(mm)					
5"	127.000		/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>		
4"	101.600			Contenido Humedad (%)		
3"	76.200			<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>		
2 1/2"	63.300			Limite Líquido (LL)		
2"	50.800			Limite Plástico (LP)		
1 1/2"	38.100			Indice Plástico (IP)		
1"	25.400			Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
3/4"	19.000					
1/2"	12.500			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
3/8"	9.500			Clasificación SUCS (ASTM D2487)		
Nº 4	4.750			Clasificación AASHTO (D3282)		
Nº 10	2.000			Nombre del Grupo		
Nº 20	0.840			<b>INDICACIONES:</b>		
Nº 40	0.425			El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.		
Nº 60	0.250					
Nº 100	0.150					
Nº 200	0.075					

### CURVA GRANULOMETRICA



- HERRAMIENTAS Y/O MAQUINARIA:**
- \* Tamices
  - \* Horno
  - \* Balanza

- OBSERVACIONES:**
- \* Calicata realizada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
  - \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de Laboratorio		
<b>PROPIETARIO</b>	: HUARANCCA QUITO, ERLIN - VASQUEZ RAMIREZ, JHON		
<b>PROYECTO</b>	: "MEJORAMIENTO DEL ADOBE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN SAN MIGUEL-PIURA-2020"		
<b>UBICACIÓN</b>	: PIURA		
<b>SONDEO</b>			
<b>MUESTRA</b>			
<b>PROFUNDIDAD</b>	<i>Fecha de ensayo:</i>		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		9	2	5	D2	D1	
Nro. de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.						
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.						
Peso de Recipiente (C)	gr.						
Peso del Agua (A-B)	gr.						
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.						
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%						
N° De Golpes							

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	



**HERRAMIENTAS Y/O MAQUINARIA:**

- \* Copa de Casa Grande
- \* Vidrio esmerilado
- \* Ranurador
- \* Horno
- \* Balanza

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**REFERENCIA** : DATOS DE LABORATORIO

**SOLICITANTE** : HUARANCCA QUITO, ERLIN - VASQUEZ RAMIREZ, JHON

**TESIS** : MEJORAMIENTO DEL ADOBE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN SAN MIGUEL-PIURA-2020

**UBICACIÓN** : PIURA

**Fecha de ensayo:**

**TIPO:** ADOBE CONVENCIONAL (PATRÓN)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (Kg)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN - 1					
PATRÓN - 2					
PATRÓN - 3					
PATRÓN - 4					
PROMEDIO					

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, Kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en Cm<sup>2</sup>.



**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.
- \* El ensayo a la compresión se realizó sobre muestra entera.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

**REFERENCIA** : DATOS DE LABORATORIO

**SOLICITANTE** : HUARANCCA QUITO, ERLIN - VASQUEZ RAMIREZ, JHON

**UNIVERSIDAD** : "MEJORAMIENTO DEL ADOBE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN SAN MIGUEL-PIURA-2020"

**UBICACIÓN** : PIURA

**Fecha de ensayo:**

**LADRILLERA** : --

**TIPO:** ADOBE CON 3% CASCARILLA DE ARROZ

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	f <sub>m</sub>	f <sub>m</sub> corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 1							
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 2							
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 3							
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 4							
<b>PROMEDIO f<sub>m</sub> corregido (Kg / cm<sup>2</sup>)</b>							

**DONDE:**

f<sub>m</sub> = Resistencia a la compresión de cada pila (kg/cm<sup>2</sup>)

**NOTA ILUSTRATIVA:**

1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>

1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

\* Número de unidades que conforman cada pila : 04 unidades.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

## FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**REFERENCIA** : DATOS DE LABORATORIO  
**SOLICITANTE** : HUARANCCA QUITO, ERLIN - VASQUEZ RAMIREZ, JHON  
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DEL ADOBE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN SAN MIGUEL-PIURA-2020"  
**UBICACIÓN** : LIMA **Fecha de ensayo:**

**TIPO:** ADOBE CONVENCIONAL (PATRÓN)

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm <sup>2</sup> )	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN-1					
PATRÓN-2					
PATRÓN-3					
PATRÓN-4					
PROMEDIO					

$$Módulo de ruptura = \frac{3PL}{2bh^2}$$

DONDE:

P = Carga, Kg-f

L = Distancia entre apoyos, (cm)

b= Largo, (cm)

h= Altura, (cm)



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

\* El ensayo a la flexión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

## ABSORCIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : HUARANCCA QUITO, ERLIN - VASQUEZ RAMIREZ, JHON  
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DEL ADOBE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN SAN MIGUEL-PIURA-2020"  
**UBICACIÓN** : PIURA **Fecha de emisión:**

**TIPO:** ADOBE CON 3% DE CASCARILLA DE ARROZ

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 1			
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 2			
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 3			
ADOBE + CASCARILLA DE ARROZ - 4			
		PROMEDIO (%)	

**HERRAMIENTAS Y/O MAQUINARIA:**

- \* Balanza
- \* Horno

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Validación por juicio de expertos

### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres: Ing. Quinto De la Cruz, William Jancarlo  
1.2 C.I.P.: 245220  
1.3 Teléfono: 991 259 240  
1.4 Correo: williamquintoe@gmail.com  
1.5 Especialidad: Estructuras  
1.6 Grado Académico: Colegiado  
1.7 Cargo e institución donde labora: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres

Hago constar que he revisado el proyecto de investigación **“Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020”** con fines de validación y confiabilidad del instrumento diseñado por los investigadores, **Huarancca Quito, Erlin y Vasquez Ramirez, Jhon Ancelmo**; y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

#### II. VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	MALA	BUENA	ACEPTABLE	EXCELENTE
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.			X	
2. Objetividad	Expresa el alcance del proyecto.				X
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.				X
4. Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos.			X	
5. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.			X	
6. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.			X	
7. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.			X	

\*Se adjunta la matriz de consistencia

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Lima, 03 de octubre del 2020



WILLIAM JANCARLO QUINTO DE LA CRUZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 245220

Sello y Firma  
Quinto De la Cruz, William Jancarlo  
DNI: 46025775

## **INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

### **I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres: Ing. Cardenas Sulca, Jossimar
- 1.2 C.I.P.: 203785
- 1.3 Teléfono: 998 445 153
- 1.4 Correo: Jossimar\_mio@hotmail.com
- 1.5 Especialidad: Estructuras
- 1.6 Grado Académico: Colegiado
- 1.7 Cargo e institución donde labora: Gerente – Ingca EIRL

Hago constar que he revisado el proyecto de investigación **“Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020”** con fines de validación y confiabilidad del instrumento diseñado por los investigadores, **Huaranca Quito, Erlin y Vasquez Ramirez, Jhon Ancelmo**; y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### **II. VALIDACIÓN**

<b>CRITERIOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>ACEPTABLE</b>	<b>EXCELENTE</b>
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.				X
2. Objetividad	Expresa el alcance del proyecto.				X
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.				X
4. Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos.				X
5. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				X
6. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				X
7. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				X

\*Se adjunta la matriz de consistencia

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** \_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable     Aplicable después de corregir     No aplicable

Lima, 03 de octubre del 2020



Jossimar Cardenas Sulca  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 203785

Sello y Firma  
Cardenas Sulca, Jossimar  
DNI: 43679304

## INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

1.1 Apellidos y Nombres: Ing. Fernández Paredes, Vladimir Clodoaldo

1.2 C.I.P.: 131601

1.3 Teléfono: 996 777 633

1.4 Correo: Vla\_fepa@hotmail.com

1.5 Especialidad: Transporte

1.6 Grado Académico: Colegiado

1.7 Cargo e institución donde labora: Residente de obra

Hago constar que he revisado el proyecto de investigación *"Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020"* con fines de validación y confiabilidad del instrumento diseñado por los investigadores, **Huaranca Quito, Erlin y Vasquez Ramirez, Jhon Ancelmo**; y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### II. VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	MALA	BUENA	ACEPTABLE	EXCELENTE
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.			X	
2. Objetividad	Expresa el alcance del proyecto.			X	
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.			X	
4. Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos.			X	
5. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.			X	
6. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.			X	
7. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.			X	

\*Se adjunta la matriz de consistencia

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Lima, 05 de octubre del 2020

  
Vladimir C. Fernández Paredes  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 131601

Sello y Firma  
Fernández Paredes, Vladimir C.  
DNI: 43482892

## ANEXO 5: Valores de t

**Tabla 3. VALORES T DE LA DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT**

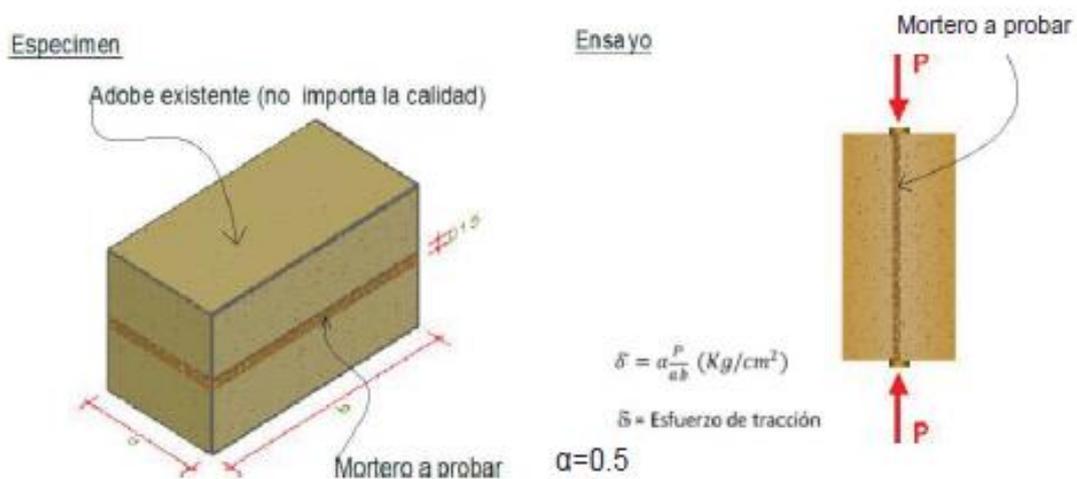
Valores de $T_{\alpha, \nu}$		$1 - \alpha = P ( T \leq t_{\alpha, \nu} )$					
$\nu \backslash 1-\alpha$	0.8	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995	0.999
1	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.656	318.289
2	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.328
3	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.894
6	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7	0.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785
8	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501
9	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297
10	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144
11	0.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025
12	0.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930
13	0.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14	0.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15	0.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16	0.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18	0.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19	0.861	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20	0.860	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21	0.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22	0.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23	0.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24	0.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25	0.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26	0.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27	0.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28	0.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29	0.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30	0.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
31	0.853	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.375
32	0.853	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365
33	0.853	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.356
34	0.852	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348
35	0.852	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340
36	0.852	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333
37	0.851	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.326
38	0.851	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319
39	0.851	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.313
40	0.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
41	0.850	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.301
42	0.850	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.296
43	0.850	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.291
44	0.850	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.286
45	0.850	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281
46	0.850	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.277
47	0.849	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.273
48	0.849	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.269
49	0.849	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.265
50	0.849	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261
51	0.849	1.298	1.675	2.008	2.402	2.676	3.258
52	0.849	1.298	1.675	2.007	2.400	2.674	3.255
53	0.848	1.298	1.674	2.006	2.399	2.672	3.251
54	0.848	1.297	1.674	2.005	2.397	2.670	3.248
55	0.848	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.245
56	0.848	1.297	1.673	2.003	2.395	2.667	3.242
57	0.848	1.297	1.672	2.002	2.394	2.665	3.239
58	0.848	1.296	1.672	2.002	2.392	2.663	3.237
59	0.848	1.296	1.671	2.001	2.391	2.662	3.234
60	0.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232

## ANEXO 6: Reglamento Nacional de Edificaciones 2019

### Artículo 8.- Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.

- 8.1 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos) se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.
  - La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente:  $f_c = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$
  - Los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.
  - En el caso del tapial, de no existir muestras secas, se recomienda elaborar muestras comprimidas en moldes de 0.1 x 0.1 x 0.15 m. con 10 golpes de un mazo de 5 kg de peso.
- 8.2 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción, en cilindros de 6" x 12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo.
  - La resistencia última es de 0.08MPa = 0.81 kgf/cm<sup>2</sup>.
  - Las muestras deben tener humedad inicial de 20 % a 25 % para control de adobes y 10 % a 15 % para control de tapial, y un secado cubierto de sol y viento de 28 días, debiendo cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.
- 8.3 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del mortero a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de dos adobes unidos por mortero de barro con o sin aditivos naturales, sujetos a compresión de manera similar al ensayo brasileño.
  - La resistencia última es de 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm<sup>2</sup>.
  - Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

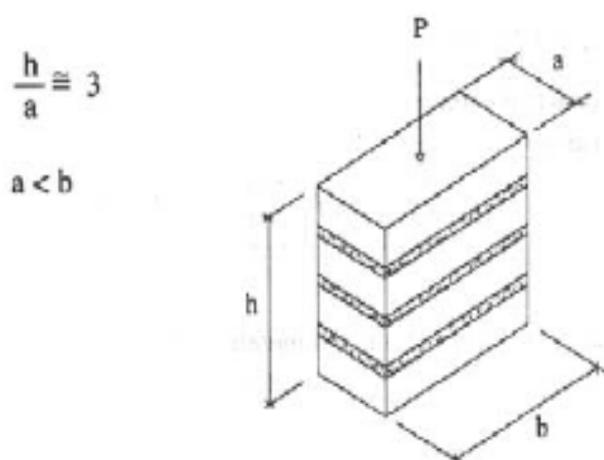
Figura 7. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción



8.4 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- La resistencia última es de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm<sup>2</sup>.
- El ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

**Figura 8. Ensayo de Compresión. Muretes de adobe o tapial**



$$f_m = \text{Esfuerzo de compresión admisible del murete} = P / a \times b \quad f_m = 0,40 f'_m$$

$$\text{Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento} = 1,25 f_m$$

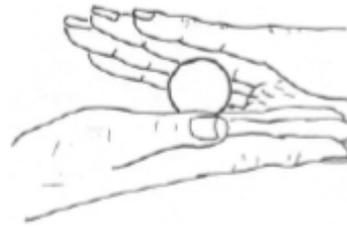
#### ANEXO N° 1. Prueba "Cinta de barro"

Para tener una primera evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba "Cinta de barro" (en un tiempo aproximado de 10 minutos).

Utilizando una muestra de barro con una humedad que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, colocado en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso. Si se corta a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla.

**ANEXO N° 2. Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca"**

- 2.1. Formar cuatro bolitas con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para hacer cuatro bolitas (ver imagen adjunta). La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que éstas se deformen significativamente a simple vista, al secarse.



- 2.2. Dejar secar las cuatro bolitas. Las cuatro bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.

- 2.3. Presionar las cuatro bolitas secas. Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano (ver imagen adjunta). En caso que luego de la prueba, se quiebren, rompan o agrieten al menos una sola bolita se debe volver a formar cuatro bolitas con los mismos materiales y dejando secar en las mismas condiciones anteriores.

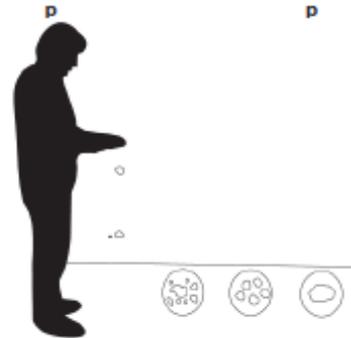


La prueba debe ser realizada por un adulto que participe en la construcción.

- 2.4. Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba. Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso. En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quiebren o no se agrieten ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

**ANEXO N° 3. Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial.**

- 3.1. Formar una bola con tierra de la zona del tamaño de un puño y comprimirla fuertemente. Soportarla a un suelo firme y plano desde una altura de 1.10 m.
- 3.2. Si la bola se desintegra en el piso, el suelo es demasiado seco.
- 3.3. Si la bola de tierra se rompe en 5 pedazos o más, el contenido de humedad es correcto.
- 3.4. Si la bola se aplasta sin desintegrarse, el contenido de humedad es demasiado alto.

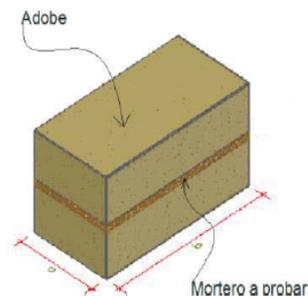


**ANEXO N° 4. Prueba de "Control de fisuras" o "Dosificación suelo - arena gruesa"**

El Peruano / Viernes 7 de abril de 2017

- 4.1. Se preparan especímenes de prueba (emparedados de dos adobes existentes unidos por morteros nuevos). Los morteros deben tener la mínima cantidad de agua necesaria para una mezcla trabajable.
- 4.2. En la preparación de los diferentes especímenes, el mortero va aumentando la cantidad de arena gruesa en cada muestra y la cantidad de agua necesaria, empezando por una proporción de una (01) parte de suelo y cero (0) partes de arena gruesa, es decir, una proporción 1:0.
- 4.3. Para el segundo espécimen, una parte de suelo y ½ parte de arena gruesa, es decir, una proporción de 1: ½.
- 4.4. En el siguiente espécimen, una parte de suelo y otra de arena gruesa, es decir, 1: 1, y así sucesivamente hasta la proporción 1: 3.
- 4.5. Luego de secarlos por 48 horas, se abren los especímenes en el mismo orden, para observar el agrietamiento del mortero.
- 4.6. Para la albañilería de adobe, la proporción óptima es la que corresponde al espécimen que no presente fisuras visibles.
- 4.7. Si el suelo, teniendo suficiente presencia de arcilla, no muestra fisuras en ningún espécimen, significa que no requiere añadirle arena gruesa, porque ya está equilibrado.

Especimen



## **ANEXO 7: Panel fotográfico**

### **PROCEDIMIENTO REALIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES DE ADOBE**

En primera instancia se muestra la cascarilla de arroz en su estado natural como subproducto del proceso.



**Figura 19.** Cascarilla de arroz como subproducto.

Aquí tenemos la balanza y el balde el cual se taro para pesar los materiales: la tierra y la cascarilla de arroz.



**Figura 20.** Balanza y recipiente.

Para poder elaborar nuestros bloques de adobe fabricamos un molde de madera para la elaboración de bloques 25x13x10cm el cual se recubrió interiormente con plástico para el fácil desprendimiento del adobe.



**Figura 21.** Molde de madera 25x13x10 cm.

Molde para la compresión según la norma RNE E. 0.80 10x10x10cm



**Figura 22.** Molde de fierro 25x13x10 cm.

Se dejó remojar por 24 horas antes del inicio de mezclado del material para que la mayor cantidad de partículas se activen.



**Figura 23.** Humedecimiento de la tierra.

Preparación de la mezcla después de haber pasado 24 horas de humedecimiento. El proceso de mezcla se hace con la pala, dando vueltas y pisando con los pies para desintegrar todas las partículas y hacer que la paja se adhiera con el barro para obtener una mezcla trabajable.



**Figura 24.** Preparación de la mezcla.

Adicionando la cascarilla de arroz a la tierra



**Figura 25.** Tierra y cascarilla de arroz.

Preparación de la mezcla (arcilla y cascarilla de arroz)



**Figura 26.** Mezcla con la cascarilla de arroz.

Una vez lista ya la mezcla se moja el molde para que no se adhiera el material al molde y se comienza a hacer los adobes en bloques con la medida (25x13x10cm).



**Figura 27.** Mojado del molde de 25x13x10 cm.

Podemos observar aquí la elaboración de unidad de adobe con las medidas (10x10x10cm), según la Norma E-0.80, ya que nos da esas dimensiones para los ensayos a compresión



**Figura 28.** Muestra del adobe de 10x10x10 cm.

Elaboración de unidades de adobes con el 3% de adición cascarilla de arroz



**Figura 29.** Muestra con 3% de cascarilla de arroz.

Adobes con el 6% de adición cascarilla de arroz



**Figura 30.** Muestra con 6% de cascarilla de arroz.

Adobes con 9% de adición cascarilla de arroz, donde finalmente se cubren las muestras durante los primeros 3 días para evitar fisuras por el exceso de sol.



**Figura 31.** Muestra con 9% de cascarilla de arroz.

Podemos observar el adobe en su secado a los 28 días (10x10x10cm)

Para el ensayo a compresión con la adición de cascarilla de arroz con los porcentajes 3%, 6% y 9% sin refrendado.



**Figura 32.** Muestras de compresión 10x10x10 cm.

Se puede observar que mientras tengas más cascarilla de arroz el peso del adobe es menor (9%), y su dimensión es (10x10x10cm)



**Figura 33.** Peso de la muestra (10x10x10cm) con 9 % de cascarilla de arroz.

Se puede observar que mientras tengas más cascarilla de arroz el peso del adobe es menor (6%), y su dimensión es (10x10x10cm)



**Figura 34.** Peso de la muestra (10x10x10cm) con 6 % de cascarilla de arroz.

Se puede observar que mientras tengas más cascarilla de arroz el peso del adobe es menor (3%) y su dimensión es (10x10x10cm)



**Figura 35.** Peso de la muestra (10x10x10cm) con 3% de cascarilla de arroz.

Una vez que ha llegado a sus 28 días de su secado comenzamos con el refrentado a cada unidad de adobe como el adobe patrón con paja y con adición de cascarilla de arroz con los porcentajes (3%, 6% y 9%).



**Figura 36.** Refrentado de la muestra de 10x10x10 cm.

Una vez que se ha secado el refrentado en las unidades de adobe comenzamos con los ensayos de compresión en bloques con las medidas (10x10x10cm).



**Figura 37.** Máquina usada para los ensayos.

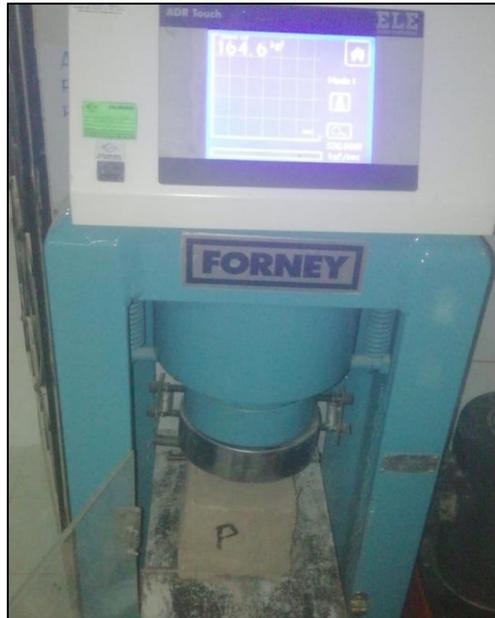
Podemos ver el ensayo a compresión con las unidades de adobe con las medidas (10x10x10cm)



**Figura 38.** Ensayo a compresión en el molde de 10x10x10 cm.

Una vez culminado los ensayos de unidades de adobes con patrón y con adición de cascarilla de arroz para compresión, ahora comenzamos con los ensayos a flexión de bloques con las medidas (25x13x10cm).

Ensayo a flexión en bloque de adobe patrón adicionado con el 1% de paja con las medidas (25x13x10cm).



**Figura 39.** Ensayo de flexión en la muestra de 25x13x10 cm.

Después también se prepararon los emparedados con dos bloques de adobe y en medio el mortero con diferentes dosificaciones de suelo-arena, según indica el RNE E.080.



**Figura 40.** Emparedados de adobe.

Donde luego se procedió a realizar las pilas con la dosificación del mortero optima de suelo-arena en 1: 2½ para los diferentes porcentajes de cascarilla de arroz.



**Figura 41.** Pilas de adobe.

Una vez seca las muestras de pilas por 28 días para la unidad y otros 28 días para el mortero se realiza el ensayo de compresión en las pilas de adobe.



**Figura 42.** Ensayo de compresión en pilas de adobe.

Y por último se realizaron los ensayos de absorción respectivamente a los porcentajes de cascarilla de arroz.



**Figura 43.** Ensayo de absorción del adobe.



**Figura 44.** Pesado del bloque de adobe.