



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe  
reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Ticona Apaza, Jhon Michel (ORCID; 0000-0003-3446-3233)**

**ASESOR:**

**Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño Sísmico y Estructural**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo desde muy lejos, en especial para mi tía Delia Ticona Quispe quien a sido como una madre en mi vida, por su incansable apoyo, inculcándome valores, principios y perseverancia para hacer realidad mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por su gran misericordia y amor, por haberme dado una familia maravillosa, agradezco a mis amigos y a las personas que contribuyeron con sus sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual desde el inicio hasta el final de este anhelado proyecto.

Así también, agradezco a mi Asesor de Tesis el Mg. Ing. Raúl Antonio Pinto Barrantes, quien me ha guiado en este proceso para culminar con éxito esta tesis que me permitirá obtener el título de Ingeniero Civil.

Gracias también a mis compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida universitaria durante estos años, para así poder juntos lograr nuestras metas.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|  |      |
|--|------|
| <b>CARÁTULA</b> .....  | i    |
| <b>DEDICATORIA</b> .....                                     | ii   |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                                  | iii  |
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....                             | iv   |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....                                | v    |
| <b>ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS</b> .....                    | vii  |
| <b>RESUMEN</b> .....   | viii |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | ix   |
| <br>   |      |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                                 | 1    |
| <br>   |      |
| <b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....                               | 9    |
| <br>   |      |
| <b>III. METODOLOGÍA</b> .....                                | 35   |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....                    | 36   |
| 3.2. Variables y Operacionalización .....                    | 37   |
| 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis ..... | 40   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....   | 43   |
| 3.5. Procedimientos .....                                    | 44   |
| 3.6. Métodos de análisis de datos .....                      | 44   |
| 3.7. Aspectos éticos .....                                   | 45   |
| <br>   |      |
| <b>IV. RESULTADOS</b> .....                                  | 46   |
| <b>V. DISCUSIÓN</b> .....                                    | 73   |
| <b>VI. CONCLUSIONES</b> .....                                | 78   |
| <b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....                            | 81   |
| <br>   |      |
| <b>REFERENCIAS</b> .....                                     | 83   |
| <b>ANEXOS</b>  |      |



## ÍNDICE DE TABLAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 1.  | Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada .....                      | 3  |
| Tabla 2.  | Cuadro estadístico de casa de tierra en el Perú .....  | 5  |
| Tabla 3.  | Características principales físicas y mecánicas de la fibra de coco .....                              | 34 |
| Tabla 4.  | Matriz de Operacionalización de variables.....   | 39 |
| Tabla 5.  | Prototipo para el ensayo a la Compresión .....   | 41 |
| Tabla 6.  | Prototipo para el ensayo Brasileño De Tracción .....   | 41 |
| Tabla 7.  | Prototipo para el ensayo de Flexión .....  | 42 |
| Tabla 8.  | Prototipo para el Ensayo de absorción de agua .....  | 42 |
| Tabla 9.  | Tabla de registro de datos del ensayo granulométrico .....   | 50 |
| Tabla 10. | Tabla de registro de datos del ensayo Limite Liquido .....   | 51 |
| Tabla 11. | Tabla de registro de datos del ensayo Limite Plástico .....  | 53 |
| Tabla 12. | Tabla de registro de datos del ensayo de Contenido de Humedad .....                                    | 54 |
| Tabla 13. | Registro del análisis granulométrico analizando los tamices N° 4 y N° 200 .....                        | 55 |
| Tabla 14. | Registro del análisis granulométrico analizando los tamices N° 10, N° 40 y N° 200 .....                | 57 |
| Tabla 15. | Registro de datos del ensayo a compresión en adobe patrón ....   | 60 |
| Tabla 16. | Registro de datos del ensayo a compresión en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco .....     | 60 |
| Tabla 17. | Registro de datos del ensayo a compresión en adobe con dosificación de 1% de fibra de coco .....       | 60 |
| Tabla 18. | Registro de datos del ensayo a compresión en adobe con dosificación de 2% de fibra de coco .....       | 61 |
| Tabla 19. | Cuadro comparativo del ensayo de resistencia a compresión en los adobes sin y con dosificaciones ..... | 61 |
| Tabla 20. | Registro de datos del ensayo a tracción en adobe patrón .....  | 63 |
| Tabla 21. | Registro de datos del ensayo a tracción en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco .....       | 64 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 22. | Registro de datos del ensayo a tracción en adobe con dosificación de 1.0% de fibra de coco .....     | 64 |
| Tabla 23. | Registro de datos del ensayo a tracción en adobe con dosificación de 2.0% de fibra de coco .....     | 64 |
| Tabla 24. | Cuadro comparativo del ensayo de resistencia a tracción en los adobes sin y con dosificaciones ..... | 65 |
| Tabla 25. | Registro de datos del ensayo a flexión en adobe patrón .....   | 67 |
| Tabla 26. | Registro de datos del ensayo a flexión en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco .....      | 67 |
| Tabla 27. | Registro de datos del ensayo a flexión en adobe con dosificación de 1.0% de fibra de coco .....      | 67 |
| Tabla 28. | Registro de datos del ensayo a flexión en adobe con dosificación de 2.0% de fibra de coco .....      | 68 |
| Tabla 29. | Cuadro comparativo del ensayo de resistencia a flexión en los adobes sin y con dosificaciones .....  | 68 |
| Tabla 30. | Registro de datos del ensayo de absorción en adobe patrón .....                                      | 70 |
| Tabla 31. | Registro de datos del ensayo de absorción en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco .....   | 70 |
| Tabla 32. | Registro de datos del ensayo de absorción en adobe con dosificación de 1.0% de fibra de coco .....   | 71 |
| Tabla 33. | Registro de datos del ensayo de absorción en adobe con dosificación de 2.0% de fibra de coco .....   | 71 |
| Tabla 34. | Cuadro comparativo del ensayo de absorción al agua en los adobes sin y con dosificaciones .....      | 71 |
| Tabla 35. | Los óptimos porcentajes para el suelo ideal .....  | 74 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Mapa de Zonificación Sísmica .....  | 2  |
| Figura 2.  | Dimensiones del Adobe .....   | 24 |
| Figura 3.  | Esfera de 2 cm .....  | 25 |
| Figura 4.  | Secado de esfera bajo techo .....   | 26 |
| Figura 5.  | Sumergir el molde antes de ser utilizado .....  | 27 |
| Figura 6.  | Rociar el molde .....   | 27 |
| Figura 7.  | Lanzar el barro en bolas dentro del molde .....   | 27 |
| Figura 8.  | Igualar la superficie con una regla de madera mojada .....  | 28 |
| Figura 9.  | Retirar con cuidado el molde hueco .....  | 28 |
| Figura 10. | Seca los adobes bajo sombra del tendal .....  | 28 |
| Figura 11. | Colocar de canto para su secado similar .....   | 29 |
| Figura 12. | Adobes apilados .....   | 29 |
| Figura 13. | Ensayo de tracción indirecta .....  | 31 |
| Figura 14. | Esquema de un ensayo de flexión .....   | 32 |
| Figura 15. | Ubicación de zona de estudio en Yanaoco, Huancané Puno....  | 47 |
| Figura 16. | Preparación de la paja .....  | 48 |
| Figura 17. | Preparación de la fibra de coco .....   | 49 |
| Figura 18. | Gráfica de la Curva de Distribución Granulométrica .....  | 50 |
| Figura 19. | Gráfica de Limite Liquido .....   | 52 |
| Figura 20. | Grado de plasticidad según el IP .....  | 53 |
| Figura 21. | Gráfica de la relación Limite Liquido e Índice de Plasticidad en la carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D2487) . | 56 |
| Figura 22. | Determinación del tipo de suelo mediante AASHTO .....   | 57 |
| Figura 23. | Molde de 30x15x10 cm, para la elaboración de los adobes .....   | 58 |
| Figura 24. | Los bloques de adobe en reposo por 28 días .....  | 59 |
| Figura 25. | Ensayo de resistencia a compresión .....  | 59 |
| Figura 26. | Gráfica de los resultados de Resistencia a Compresión .....   | 62 |
| Figura 27. | Ensayo de resistencia a tracción .....  | 63 |
| Figura 28. | Gráfica de los resultados de Resistencia a Tracción .....   | 65 |
| Figura 29. | Ensayo de resistencia a flexión .....   | 66 |
| Figura 30. | Gráfica de los resultados de Resistencia a Flexión .....  | 69 |
| Figura 31. | Gráfica de los resultados de absorción al agua .....  | 72 |

## RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo por objetivo evaluar la resistencia a compresión, tracción, flexión y absorción al agua del adobe reforzado con fibra de coco, esperando mejorar significativamente las características físicas y mecánicas antes mencionadas en comparación al adobe tradicional. Consistió en dosificar la fibra de coco en porcentajes de 0.5%, 1% y 2% con respecto al peso unitario de cada muestra patrón y se analizó su comportamiento. Nuestra investigación fue de tipo aplicada, toda vez que se realizó los trabajos basados en la normativa vigente, buscando explicar o comprobar nuestra hipótesis y bajo el diseño experimental de tipo cuasi-experimental se sometió a las muestras a pruebas de laboratorio de resistencia a la compresión, flexión, tracción y a la prueba de absorción al agua. La investigación contó con una población indeterminada y una muestra de 64 unidades de adobe de los cuales 16 fueron diseñados con tierra, agua y paja y 48 unidades de adobe elaborados con tierra, agua y fibra de coco en dosificaciones de 0.5%, 1% y 2% respecto al peso unitario de la muestra patrón (16 de c/u) respectivamente. Todos los ensayos fueron ejecutados en el Laboratorio Material Testing Laboratory, comprobándose parcialmente la hipótesis planteada, pues efectivamente mientras incremento la cantidad de fibra de coco, la resistencia a compresión se fue reduciendo, mientras la resistencia a flexión y tracción mejoraron significativamente en comparación a los adobes sin reforzar (patrón); la resistencia a compresión, tracción y flexión obtenida fueron las siguientes: de 14.2 kg/cm<sup>2</sup>, 1.86 kg/cm<sup>2</sup> y 4.6 kg/cm<sup>2</sup> (adobe patrón); 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 2.33 kg/cm<sup>2</sup> y 4.7 kg/cm<sup>2</sup> (0.5% de fibra de coco); 12.7 kg/cm<sup>2</sup>, 2.67 kg/cm<sup>2</sup> y 4.9 kg/cm<sup>2</sup> (1.0% de fibra de coco); 11.3 kg/cm<sup>2</sup>, 3.36 kg/cm<sup>2</sup> y 5.0 kg/cm<sup>2</sup> (2.% de fibra de coco), respectivamente. Finalmente, los bloques de adobes si resistieron a la prueba de absorción al agua alcanzando el 22.59% (adobe patrón), 23.01% (0.5% de fibra de coco), 23.84% (1.0% de fibra de coco) y 24.68% (2.0% de fibra de coco), no se muestra una mejora a la resistencia al agua en comparación al adobe patrón.

## PALABRAS CLAVE

Adobe, adobe reforzado, fibra de coco y resistencia.

## ABSTRACT

The objective of this research study was to evaluate the resistance to compression, traction, flexion and water absorption of coconut fiber reinforced adobe, hoping to significantly improve the aforementioned physical and mechanical characteristics compared to traditional adobe. It consisted of dosing the coconut fiber in percentages of 0.5%, 1% and 2% with respect to the unit weight of each standard sample and its behavior was analyzed. Our research was of an applied type, since the work was carried out based on current regulations, seeking to explain or verify our hypothesis and under the experimental design of a quasi-experimental type, the samples were subjected to laboratory tests of compression resistance, flexion, traction and water absorption test. The investigation included an undetermined population and a sample of 64 adobe units of which 16 were designed with earth, water and straw and 48 adobe units made with earth, water and coconut fiber in dosages of 0.5%, 1% and 2% with respect to the unit weight of the standard sample (16 of each) respectively. All the tests were carried out at the Material Testing Laboratory, partially testing the hypothesis proposed, because effectively as the amount of coconut fiber increased, the compressive strength was reduced, while the flexural and tensile strength improved significantly compared to Unreinforced bricks (pattern); the resistance to compression, traction and flexion obtained were as follows: 14.2 kg/cm<sup>2</sup>, 1.86 kg/cm<sup>2</sup> and 4.6 kg/cm<sup>2</sup> (adobe standard); 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 2.33 kg/cm<sup>2</sup> and 4.7 kg/cm<sup>2</sup> (0.5% coconut fiber); 12.7 kg/cm<sup>2</sup>, 2.67 kg/cm<sup>2</sup> and 4.9 kg/cm<sup>2</sup> (1.0% coconut fiber); 11.3 kg/cm<sup>2</sup>, 3.36 kg/cm<sup>2</sup> and 5.0 kg/cm<sup>2</sup> (2.% coconut fiber), respectively. Finally, the adobe blocks did withstand the water absorption test reaching 22.59% (adobe standard), 23.01% (0.5% coconut fiber), 23.84% (1.0% coconut fiber) and 24.68% (2.0 % coconut fiber), no improvement in water resistance compared to standard adobe is shown.

## KEYWORDS

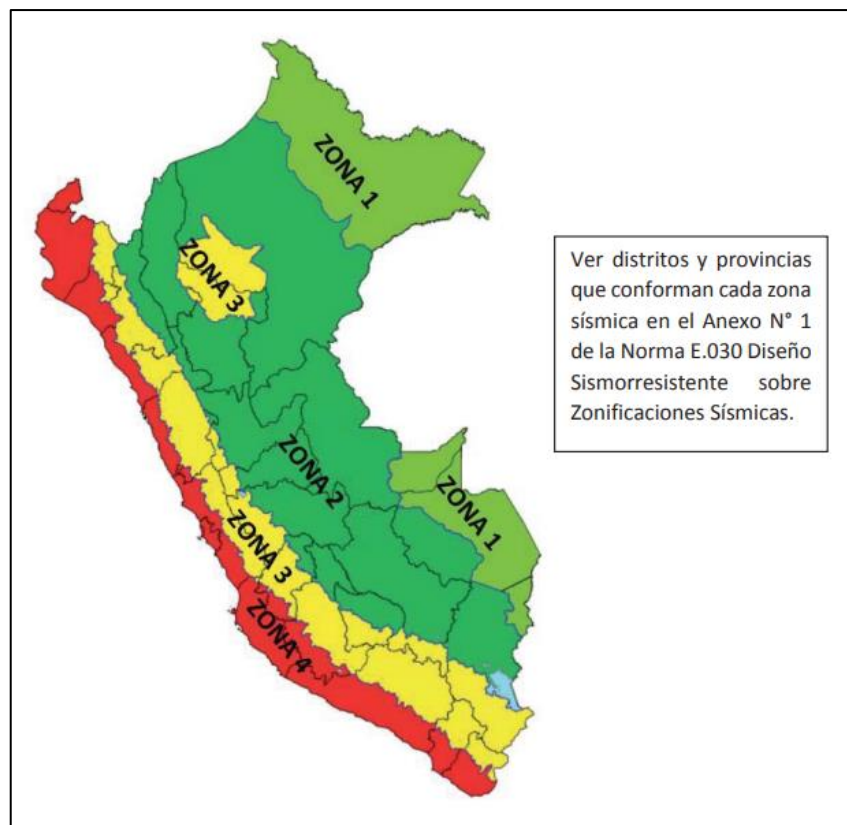
Adobe, reinforced adobe, coconut fiber and resistance.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La Teoría de las Placas Tectónicas revela los desplazamientos y los movimientos continuos de estas, dando origen así a los sísmicos. Perú está localizado en la placa Sudamericana, esta se encuentra identificado con el proceso de subducción de la placa oceánica (Nazca). Este suceso da lugar al plano de Benioff; los terremotos liberarían una acumulación insistente de fuerzas a causa de la subducción (Wegener, 1915).

El Perú está dividido en cuatro zonas sísmicas y cada zona tiene un coeficiente sísmico. La provincia de Huancané se ubica en la zona número dos de acuerdo a la norma técnica E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.030 (p. 8) ver la Figura 1.

Figura 1. Mapa de Zonificación Sísmica



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

**Tabla 1.** *Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada*

| <b>Zona Sísmica</b> | <b>Coeficiente Sísmico (C)</b> |
|---------------------|--------------------------------|
| 1                   | 0.10                           |
| 2                   | 0.15                           |
| 3                   | 0.20                           |
| 4                   | 0.25                           |

Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

La humanidad en sus inicios empezó a usar el adobe, ha sido uno de los materiales predominantes para el hombre en sus edificaciones, que con el tiempo han aprendido a mejorar y desarrollar diferentes técnicas variadas para su elaboración, hoy en día a través de múltiples estudios e investigaciones se comprueba que el adobe en combinación con diferentes elementos de origen inorgánico e orgánico puede estabilizarse, y reforzarse con otros materiales, para que el hombre tenga una vida de mayor calidad (Poquioma, 2016), Estas estructuras han resistido fuertes movimientos telúricos de gran magnitud por las de 100 años.

El uso del adobe en el Centro Poblado Yanaoco es muy habitual debido a la carencia de recursos económicos y bajo costo, estas edificaciones son construidas generalmente de forma manual por los mismos pobladores de la zona, sin ningún asesoramiento técnico en la construcción como tampoco en el diseño, uno de los beneficios del adobe es que posee un gran aislamiento térmico, lo que genera características apropiadas para los pobladores para que puedan subsistir a las bajas temperaturas climáticas, por otro lado el gran problema se manifiesta cuando estas edificaciones no cuentan con asesoría técnica ocasionando fragmentaciones, agrietamientos, fisuras o en los casos peores, el colapso ante movimientos sísmicos, trayendo como consecuencia la generación del caos entre la gente o incluso pérdidas humanas y/o económicas.

Actualmente en el Perú las viviendas existentes de adobe son el 37% de las cuales el 22% se encuentra en la costa, el 69% se encuentra en la sierra y por último el 15% en la selva.

Las ventajas de las viviendas de adobe en comparación con las casas de otros materiales son:



La simple ejecución. Su fabricación con el adobe no es necesario tener una destreza especial, ni la tarea difícil de conseguir las herramientas, lo único que se requiere es tener agua, paja y tierra.

La economía. La accesibilidad de la tierra como material de edificación es un recurso gratuito ya que está disponible en cualquier lugar y en especial en el lugar donde se hará la construcción

El aislamiento térmico. La tierra sin cocer tiene una buena capacidad de almacenar calor y liberarlo posteriormente, creando un ambiente agradable en su interior.

El aislamiento acústico. Los muros de tierra sin cocer se convierten en una barrera eficaz contra los ruidos externos.

Para poder aprovechar correctamente las propiedades de la tierra, la proporción ideal que indican algunos autores para la elaboración del adobe de tierra es de 18% de limos, 20% de arcilla y un 65% de arena (INEI, 2005. Censo Nacional de Vivienda).

En Perú se realizaron pruebas de simulación sísmica en mesa vibradora, realizada en el Laboratorio Estructural de la Pontificia Universidad Católica de Perú (PUCP). Se estudiaron varias técnicas para el refuerzo externo para paredes de adobe simple, económicas y que evitaran el colapso. Las pruebas fueron de dos tipos: una serie de paredes en forma de "U" y módulos de casas con refuerzo y sin refuerzo (Quiun y otros, 1999). Se concluyó que para las casas de un piso existente el propósito de prevenir el colapso podría lograrse fortaleciendo las áreas más débiles, que son las intersecciones o esquinas de las paredes, así como la parte superior de las paredes. Para esto, se clavaron franjas de malla electro soldada en forma horizontal y vertical (simulando vigas y columnas) en ambos lados de la pared cubiertas de mortero. Catalán (2013).

Los estudios realizados en el departamento técnico de Ingeniería de la Universidad Católica del Perú (PUCP) y Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) nos brindan información detallada y completa sobre el adobe como unidad de albañilería por el cual se puede decir que actualmente se tiene tecnificado los procedimientos de selección, análisis y elaboración de los bloques de adobe. Salinas (2017).

Por estas razones, se realizará un estudio del análisis comparativo entre el adobe habitual y el adobe reforzado con fibra de coco, analizando sus comportamientos sísmicos del adobe de la Provincia de Huancané, permitiendo realizar los estudios necesarios para la acumulación de información y pruebas que sustenten la influencia eficaz de la fibra de coco en el adobe por medio de ensayos de resistencia a los especímenes. Esto nos permitirá obtener conocimientos nuevos y al entendimiento de los parámetros fundamentales, como la resistencia, a la absorción, a la tracción, a la compresión y a la flexión, en las unidades de tierra sin cocer ante aceleraciones crecientes. Ver la Tabla 2.

**Tabla 2. Cuadro estadístico de casa de tierra en el Perú**

| <b>Costa</b>  |             |     |            |    |           |      |
|---------------|-------------|-----|------------|----|-----------|------|
|               | Área Urbana |     | Área Rural |    | Total     | %    |
| Adobe o tapia | 496,809     | 15% | 242,656    | 7% | 739,465   | 22%  |
| Otro Material | 2'564,970   | 75% | 98,031     | 3% | 2'663,001 | 78%  |
| N.A.          |             |     | 661,739    |    | 3'402,466 | 100% |

| <b>Sierra</b> |             |     |            |     |           |      |
|---------------|-------------|-----|------------|-----|-----------|------|
|               | Área Urbana |     | Área Rural |     | Total     | %    |
| Adobe o tapia | 548,149     | 28% | 802,188    | 41% | 1'350,337 | 69%  |
| Otro Material | 407,210     | 21% | 195,492    | 10% | 602,702   | 31%  |
| N.A.          |             |     | 687,001    |     | 1'953,039 | 100% |

| <b>Selva</b>  |             |     |            |     |         |      |
|---------------|-------------|-----|------------|-----|---------|------|
|               | Área Urbana |     | Área Rural |     | Total   | %    |
| Adobe o tapia | 50,479      | 10% | 27,340     | 5%  | 77,819  | 15%  |
| Otro Material | 258,454     | 51% | 166,371    | 33% | 424,825 | 85%  |
| N.A.          |             |     | 84,007     |     | 502,644 | 100% |

| <b>RESUMEN</b>        |                     |                  |                  |       |   |
|-----------------------|---------------------|------------------|------------------|-------|---|
| Material Paredes      | Área Urbano / Rural |                  |                  | Total | % |
|                       | Área Urbana         | Área Rural       | Total            |       |   |
| Adobe o tapia         | 1'095,437           | 1'072,184        | 2'167,621        |       |   |
| Otro Material         | 3'230,634           | 459,894          | 3'690,528        |       |   |
| <b>Total</b>          | <b>4'326,071</b>    | <b>1'532,078</b> | <b>5'858,149</b> |       |   |
| N.A. :                | 1'432,747           |                  |                  |       |   |
| <b>Adobe o tapial</b> | <b>19%</b>          | <b>18%</b>       | <b>37%</b>       |       |   |

Fuente. INEC 2005

Según, Hernández, Fernández y Baptista (2014) en su libro “Metodología de la investigación 5° edición” pagina 36. Plantear el problema no es más que afinar y estructurar la idea de investigación de manera más formal. El paso de la idea al enfoque del problema a veces puede ser inmediato, casi automático o tomar una cantidad significativa de tiempo; Esto depende de qué tan familiarizado este el investigador o investigador sobre el tema a tratar, la complejidad de la idea.

Así nuestro **problema general** es ¿De qué manera influye la dosificación adecuada de fibra de coco para el adobe reforzado con respecto al adobe tradicional,

Huancané, Puno – 2019?, para ello nos planteamos los siguientes **problemas específicos**: ¿Cuánto varía la resistencia a compresión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?, ¿Cuánto varía la resistencia a tracción de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?, ¿Cuánto varía la resistencia a flexión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?, y ¿Cuánto varía las propiedades físicas del adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?.

En cuanto a la justificación de la investigación, se trata de anotar de manera específica las motivaciones que te llevaron a plantear un tema de investigación en particular, para ello se debe argumentar la importancia del objeto en estudio, sea para mejorar el conocimiento en dicha área o para evidenciar posibles soluciones a la problemática planteada (Reyes, 2016, p. 130).

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación, es el entusiasmo de conocer las actualizaciones del adobe reforzado con fibra de coco en relación con el adobe habitual utilizado en hogares en el territorio de Huancané, Puno, 2019. La importancia de la investigación radica en los posibles problemas de la elaboración del adobe tradicional y posteriormente en la construcción de las viviendas. Al ver que las casas tradicionales de adobe situadas en la región de Huancané, se han trabajado sin criterios sísmicos, se proponen 5 tipos de justificaciones para realizar este proyecto. Es importante realizar evaluaciones de este tipo, con el fin de generar posibles mejoramientos o recuperación destinadas a la prevención y reducción de daños provocados por los eventos sísmicos de gran magnitud.

Como **justificación teórica**, con el propósito de determinar el análisis comparativo del adobe tradicional frente al adobe reforzado con fibra de coco, se evaluará una serie de aspectos. La NTE - 080 plantea la correcta elaboración del adobe reforzado para que las casas no colapse ni cause daños graves en las personas que la habitan durante un evento sísmico de gran magnitud. Esa es la razón por la cual es considerable desarrollar esta investigación con el fin de comprobar el desempeño

de los principios, teorías y modelos fundamentales en la construcción de estructuras de adobe reforzado.

Como **justificación práctica**, la provincia de Huancané se sitúa en la zona 2, las casas actuales tienen un tiempo normal de más de 50 años y se ven con problemas de edificación por el constante uso del adobe tradicional, Esto nos da a entender que las viviendas de la zona no son muy seguras, es posible que, durante un evento sísmico de gran magnitud, están caigan, causando pérdidas de vidas humanas y daños materiales.

Como **justificación metodológica**, el estudio del análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibra de coco, en esta investigación determinaremos la resistencia a la comprensión, tracción y flexión del adobe para promover y reforzar el uso de la fibra de coco en las construcciones de viviendas habitadas, teniendo en cuenta la aplicación de la Norma NTE 0.80 y el correcto uso del Manual de Construcción de adobe.

Como **justificación social**, hoy en día en el Perú ante la necesidad de una vivienda en los lugares alejados de la capital, los pobladores optan por construir sus viviendas con material artesanal, ya que el material noble tiene un costo elevado y los escasos de distribución son muy limitadas, los pobladores mismo fabrican el adobe tradicional, sin ninguna supervisión de un especialista, esto pudiendo dar origen a consecuencias graves ante eventos sísmicos.

Como **justificación económica**, con los resultados de esta investigación se podrá recomendar un correcto diseño y uso de los materiales para la elaboración de casas de adobe con fibra de coco, a la vez se trata de generar conciencia en la población, que la construcción con adobe reforzado a la larga tiene un menor costo que estar construyendo con materiales informales como materiales de mala calidad.

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2014) en su libro "Metodología de la investigación 5° edición, pagina 92. El objetivo es el fin al cual se quiere llegar, este tiene que ser claros y precisos, ya que se tiene metas y propósitos para poder investigar, para que el investigador pueda responder el problema que se planteó. Es por ello que se tiene que asegurar la continuidad y coherencia de la investigación que se está realizando.

Por ello nuestro **objetivo general** es el de Analizar la influencia de dosificación adecuada de fibra de coco para el adobe reforzado con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019; por lo que, planteamos los siguientes **objetivos específicos**: Determinar la resistencia a compresión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019. Determinar la resistencia a tracción de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019. Determinar la resistencia a flexión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019; y, finalmente determinar las propiedades físicas de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.

Según, Hernández, Fernández y Baptista (2014) en su libro “Metodología de la investigación 5° edición” pagina 36. Las hipótesis son las posibles respuestas de una investigación, con estas se trata de probar o definir una posible situación, estas se deben formular de la mejor manera. Estas llegarían a ser nuestras posibles respuestas a las preguntas de investigación. En nuestro día a día podemos observar las constantes hipótesis que nos planteamos de acuerdo a lo que estemos haciendo, luego de esto empezamos a indagar si es veraz.

Planteamos como **hipótesis general** lo siguiente: La dosificación de la fibra de coco en el adobe reforzado influye positivamente con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019; seguida de las **hipótesis específicas**: El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en la resistencia a compresión con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019. El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en la resistencia a tracción con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019. El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en la resistencia a flexión con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019. Y, El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en las propiedades físicas con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para ello consideramos los siguientes antecedentes nacionales:

Inca, A. (2016), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Agrícola titulada "*Estabilización de adobe con especie de pasto natural en la zona alto andina, Ayacucho - 2016*" de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento del adobe estabilizado con pasto natural (*Stipa ichu*) y solución de cactus, para ello se planteó trabajar con diferentes tratamientos de pasto natural y solución de cactus. Posteriormente de observar los resultados obtenidos y compararlos entre sí, se puede decir: que el pasto natural (*Stipa ichu*) otorga mejoras significativas a las deformaciones durante el secado y en el porcentaje de desgaste, respecto en la resistencia a medida en que se incrementa el pasto natural hace que disminuya su esfuerzo máximo en 5.44, 11.53, 16.57 y 19.96 kg/cm<sup>2</sup> respecto al primer tratamiento (patrón), pero siendo estos tratamientos su resistencia máxima por encima de la Norma E.080 estipulado.

Torres, R. (2016) en su tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola titulada "*Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de adobe en la costa del departamento de Ica*" de la Universidad Nacional Agraria La Molina, tuvo como objetivo general el de proponer un refuerzo sísmico para una casa construida de adobe de una sola planta, en la cual solo se usó la fibra natural "Agave henequén" como la malla tejida, en zona de costa de la ciudad de Ica. En este estudio se mostró que la fuerza horizontal sísmica empleada a la metodología establecida, a consideración de la zonificación "Z" y el factor de uso "U" fue calculada en el 0.40 del peso con respecto a la estructura. De ahí la carga viva de la edificación usada se encontró en 50 kg/m<sup>2</sup> y la carga muerta en 150 kg/m<sup>2</sup>. A esto las paredes construidos de adobe soportan los esfuerzos de gravedad comenzando desde el techo y la compresión presentados en la edificación, pero son incapaces de ponerse en contra de la fuerza de tracción producida por las flexiones fuera del muro. Siguiendo con esto, se nota que la malla construida por la unión de hilos e fibras de henequén, es la capaz de poder resistir tales esfuerzos. Como guía el reglamento nos indica que el esfuerzo de tracción al llegar al máximo puede resistir al adobe de 2 kg/cm<sup>2</sup>. Consiguiendo con esto rebasar este valor en muchos tipos de muros en construcción, se usará la implantación de esta malla tejida natural con las fibras de henequén, y usando el método de los elementos

finitos expresado en el software SAP. En la recopilación de datos establecidos, como el de la resistencia última del henequén a modo de tracción, se desarrollará en todo este proceso el diseño con mallas tejidas de estas fibras. La cantidad mayor de las fibras de hilos por cada centímetro fue el de 16 y la mínima de 9, se eligió así el mayor valor que es de 16, para así dar con la seguridad. Siendo de este modo su implementación de fácil fabricación y eficiencia.

Benites, V. (2017), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulada “*Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andina)*”, de la Universidad de Piura, esta investigación tuvo como objetivo el de evaluar un polímero natural local de Furcraea o Cabuya y su comportamiento de factibilidad del modo de estabilizador al adobe tradicional y las diferentes condiciones que son de necesidad a la acción de estabilidad en la metodología experimental, la población son todos los adobes elaborados para el estudio, Los datos conseguidos nos demuestran que el extracto de la localidad de Cabuya requiere en su maceración un tiempo mínimo de 5 días y un óptimo de maceración de 10 días para generar las propiedades estabilizantes del adobe y así lograr que mejore significativamente la resistencia al agua que está incluida en el adobe. La propiedad de la resistencia que tiene a la flexión y a compresión se mejora en un 133.7% y 9.6% equitativamente, mientras que su resistencia al contacto con el agua mejorara considerablemente, llevándolo así a ser competitivo con otros materiales que son reforzados como el cemento o la cal empleados para la construcción.

Alayo, D. (2018) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil titulada “*Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute, Cajamarca 2017*” de la Universidad Privada del Norte, tuvo como objetivo, mediante ensayos en laboratorio el de obtener las propiedades de los materiales; estos el contenido de humedad, el análisis granulométrico, el de proctor modificado y límites de consistencia. Al haber obtenido las propiedades del material en su totalidad, además de las fibras de 25 milímetros (mm) en cada una; el investigador se puso como objetivo el de fabricar 6 unidades por incorporación, estos fueron implementados en la máquina CINVA RAM. Obtuvo producto conveniente, que la resistencia en estado compresión cumplía con la hipótesis formulada parcialmente, a medida que se le va añadiendo el yute a las proporciones



de adobe compactado, su resistencia a la compresión va aumentando, y así aumentando en más del 10% en su funcionamiento a diferencia del adobe compactado sin adhesión; aunque el aumento se ve interrumpido en la última adhesión del 1% de la fibra de yute; de igual forma sigue en mejora al adobe pasando los 10%. Además, que, los cálculos de la resistencia a flexión son eficientes acorde de las hipótesis de mejora, esto siendo más del 10%; también da notar que no son interrumpidos y que con respecto al peso del adobe patrón van en aumento a medida que se les añade las fibras de yute a 0.10%, 0.50% y 1%.

Altamirano, O. (2019) en su tesis para optar el título de Maestro de Ciencias titulada *“Incidencia de la fibra vegetal “Paja Ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca”* de la Universidad Nacional de Cajamarca, tuvo como objetivo determinar la incidencia de la dosificación de fibra natural y vegetal paja ichu en la resistencia mecánica de la unidad de adobe en el distrito de Cajamarca. Las unidades de adobe se elaboraron siguiendo los procesos de la Norma E.080, a exclusión de la resistencia mecánica a flexión donde se adecuo la Norma Técnica Ecuatoriana 2554. Los elementos a emplear para la fabricación de estos fueron: Suelo clasificado como arena limoso (SM, clasificación SUCS) procedente de la cantera adobera Cruz Blanca, paja ichu correspondiente del distrito y agua potable que suministra a la población cajamarquina. Estos se organizan en muestras de adobe prototipo “A” (0 % de paja), prototipo “B” (0.40 % de paja), prototipo “C” (0.80 % de paja) y prototipo “D” (1.20 % de paja), el porcentaje de paja fue tomado con relatividad al peso seco del suelo. Las unidades de adobes fueron ensayadas posteriormente de la fase de secado bajo sombra por seguridad contra las corrientes de aire y la precipitación, a los 28 días (unidad) y 56 días (mortero y muretes) para alcanzar la resistencia mecánica, entendiendo como resistencia mecánica, la resistencia a compresión, tracción y flexión de la unidad; resistencia del mortero a la tracción, además, se fabricó muretes para definir la resistencia del murete a la compresión. Una vez alcanzado los resultados se concluyó que la incidencia de la dosificación de la fibra natural vegetal paja ichu en el adobe es eficiente puesto que incrementa la resistencia mecánica del adobe y murete en más del 5 %; tanto a compresión del prototipo (5 %), tracción del prototipo (13 %), flexión del prototipo (25 %), tracción del mortero (30 %) y compresión de muretes (21 %);

conclusiones tomados de las unidades de adobe de prototipo C donde la composición (agua, paja y suelo) posee agradable trabajabilidad.

Asimismo, señalamos los siguientes antecedentes internacionales:

Gómez, J. (2016) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil titulada "*Caracterización experimental del comportamiento del adobe frente a cargas de compresión simple*" de la Universidad de Sevilla, éste estudio tuvo como objetivo el de contribuir al entendimiento de los comportamientos mecánicos del adobe en construcción, ya que este material actualmente se encuentra muy limitado para algunas partes del país, no teniendo en cuenta sus propiedades, las cuales son de abundancia, sino que la falta de un mejor estudio y análisis que podrían permitir la potencia de estas. A lo largo del tiempo para el adobe, se le han elaborado las diversas pruebas en áreas de aportación informativa para la sociedad científica y experimentada en las ramas de ingeniería acerca de las propiedades del adobe. Con esto, se han fabricado probetas y muros a escala como pilas y muretes, generando así una serie de bloques para el adobe, y se ha examinado experimentalmente su comportamiento ante cargas de compresión simple o uniaxial. Dentro de estas pruebas, han sido posible el de determinar las propiedades del adobe tales como sus: deformación de pico, resistencia a compresión, deformación adecuado a la máxima tensión, módulo de elasticidad y ley de comportamiento.

García, I. (2017) en su tesis para optar el título de Ingeniero en Diseño titulada "*Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales*" de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, tuvo el de analizar los agregados naturales para el cual, al ser combinado con el suelo, este consiga mejoras en las propiedades de mecánicas del adobe y permeabilidad del material, haciendo así que el material adecuado que se añadirá y su proporción evaluada, sea de mejora para el adobe. Nos da a conocer que algunos problemas con el adobe como material de uso en la construcción es su vulnerabilidad cuando está sometido a las condiciones atmosféricas como lo es su estabilidad volumétrica, baja resistencia contra el agua y poca resistencia mecánica, lo que generara así fisuraciones y deformidades en el suelo, y poca resistencia a la absorción. En esta investigación se analizaron los agregados naturales con respecto al adobe para disminuir su

permeabilidad y lograr mejoras en sus propiedades mecánicas. Los datos conseguidos en las pruebas del adobe en los ensayos indicaron que la impermeabilidad del adobe añadiendo estiércol y resina de pino incrementa en la absorción del agua en un 18.95%, implementando su resistencia a compresión en unos 5.88 MPa, a esto su resistencia contra la flexión se quedó casi igual a la presentada en los adobes sin resina que tienen entre 0.838 MPa y 0.840 MPa respectivamente. En fin, con esto, los cálculos fueron más altos que los planteados por la normativa del país N-CMT-2-01-001 para los bloques de calidad E (24 % de absorción de agua y resistencia a compresión de 2 MPa). Concluyendo así que, el análisis de varianza para las muestras del adobe apuntara que el ajuste no fue óptimo.

Llunitasig, S. y Siza, A. (2017) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil 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”* de la Universidad Técnica de Ambato, La presente investigación muestra resultados experimentales de la resistencia a compresión de adobes artesanales elaborados con arcilla extraída del barrio Pusuchisí del cantón Latacunga- Ecuador y estabilizados con diferentes materiales como: paja, estiércol de vaca, sangre de toro y; savia de penca de tuna para dicho análisis se realizaron 10 combinaciones con los materiales mencionados. En aquellos casos en donde la combinación planteada fue a base de savia de penca de tuna o sangre de toro, a fin de impedir la coagulación de la sangre y la desecación de la savia de penca de tuna se debió dejar descansar la mezcla de manera habitual y adicionar a la misma dichos estabilizadores al momento de la elaboración de los adobes. Se realizaron 6 muestras de cada combinación, las cuales se realizaron de forma y dimensiones según el Proyecto de Actualización Norma E.080, además se examinaron acorde al mismo. De este trabajo experimental se pudo definir que la composición realizada con barro dormido más la adición de estabilizadores como estiércol de vaca y sangre de toro logro la mayor resistencia a compresión. Además, se realizaron modelos a escala con los adobes que alcanzaron mayor resistencia a compresión los mismos que fueron elaborados con barro dormido más la adición de estiércol de vaca y sangre de toro , a uno de ellos se lo reforzó con malla plástica y posteriormente se analizó su comportamiento

ante la acción de carga dinámica en la mesa vibratoria de la FICM, demostrando así que estos modelos realizados con material orgánico y que siguen un proceso constructivo acorde a la Normativa y Manuales Peruanos vigentes, confieren estabilidad y seguridad estructural. Finalmente, el construir un modelo a escala con los adobes que alcanzaron la mayor resistencia a compresión y que fue reforzado con malla plástica, nos permite decir que esta técnica es eficaz para construir con tierra, ya que el modelo obtuvo un excelente desempeño sísmico, cumpliendo así los objetivos de seguridad de vida de los ocupantes y la prevención del colapso de la estructura.

Cuya, E. y Ayala, M. (2018) en su tesis para optar el título de Arquitecto titulada *“Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio”* de la Universidad de Cuenca, tuvo como objetivo el de hacer un análisis y el de comparar los comportamientos de la fibra de vidrio usada en los refuerzos para adobe, contra el adobe tradicional. Los ensayos de laboratorio nos dan a entender que las fibras de vidrio incrementan la resistencia que tiene el adobe, es de entender que se apunta a un incremento en la carga de ruptura al adobe de reforzamiento frente al adobe habitual; en conclusión, notamos que es posible asegurar que el adobe reforzado obtiene propiedades de mejora gracias a la fibra de vidrio. Finalmente, se describe que el adobe reforzado con adición de la fibra de vidrio como uso material en la fabricación es admisible, de ese modo la fibra de vidrio resultara la mejor vía para la mejora de las propiedades en el adobe tradicional. En esta investigación se mostrará un estudio experimental para el cálculo de la obtención del comportamiento que tendrá adobe estabilizado con fibra de vidrio, en los métodos de pruebas serán los siguientes: ensayos a flexión y compresión del adobe, las pruebas de muretes a compresión y los ensayos de compresión diagonal.

Rios, M. (2018) en su tesis para optar el título de Arquitecto titulada *“Registro de los sistemas constructivos con fibras naturales en la construcción del Cantón Loja – ensayo y propuesta de un adobe mejorado”* de la Universidad Internacional del Ecuador, tuvo como objetivo reconocer los sistemas tradicionales que emplean fibras naturales en el cantón Loja y en base a esto proponer una alternativa de sistema constructivo con fibra natural mediante el uso de la cascarilla de café. La

propuesta consiste en tratar el adobe con una nueva fibra natural, para que sea utilizado como mampostería, que tenga una característica semejante o mejor a la de los adobes tradicionales que se utilizan en construcciones de viviendas del Cantón Loja. En esta jurisdicción, de acuerdo al medio en el que se lo vaya a emplear, estos sistemas constructivos tradicionales se han ido realizando pruebas y se ha comprobado los tipos de fibras empleadas, como la paja en 98 %, la madera en 1 %, carrizo en 1 %, que son las que le brindan mejor comportamiento a la mezcla de tierra y a los demás componentes, evidenciando que la durabilidad y resistencia de los bloques son óptimas, por lo en la actualidad todavía existen viviendas construidas con estos sistemas.

Asimismo, señalamos los siguientes antecedentes de otro idioma:

Rufino, J. (2013) en su artículo de Arquitectura y Urbanismo titulada “*Determination of technical and constructive problems that affect the quality and durability of dwellings made of adobe in the province of Uige, Angola.*” De la Universidad Agustino Neto Luanda, Angola, Nos describe que toda vivienda llega a ser una de las expresiones mayor importancia en la cultura y uno también de los componentes para representar el grado de desarrollo ante los procesos de producción social del lugar que viven. Existen tradiciones en la mayor parte de África que implementa el uso de su tierra, la cual es variante en sus resultados demostrados por su baja economía y poca contaminación ambiental, no obstante el mal uso de las experiencias constructivas ancestrales que pasa por generaciones y la inadecuada decisión de donde ubicarlos, así también al no utilizar bien los materiales alternativos autóctonos ha provocado en todo este campo que deferentes prácticas comprobadas y logrando resultados, no sea intensivamente aprovechada. En este artículo de investigación se presentaron la caracterización de los sistemas habitacionales de la provincia de Uige en Angola, también las principales problemáticas desde los objetivos principales en la relación técnica-constructiva, se elabora la descripción de los aquellos principales deterioros con respecto al tiempo. Es de vitalidad conocer que los problemas enlazados a la humedad con respecto a los muros se deben principalmente a los problemas con la erosión que tiene más del 63 % de muestra y continuamente a problemas de la abrasión con el 39 % dependiendo del espécimen, causado básicamente por la ausencia de seguro de

divisores de adobe, contra el clima desagradable que son: aire o viento para el material el aire o viento al material, el contacto al agua, la humedad y la lluvia. Los diferentes fallos en la estructura que se deben esencialmente a patologías de fisuramientos y grietas, observadas en un 49,39 % para las paredes de la muestra; seguidas de las fallas por el pandeo teniendo así un 30,45 % para las casas en las zonas. En resumen, las edificaciones, y los fallos estructurales estarán en combinación por la humedad, siendo los componentes que fueron dañados originalmente por los segundos probables pierdan la capacidad resistente. En las residencias se deberá emplearse resultados tecnológicos que puedan proteger la construcción del adobe en construcción de la humedad por capilaridad y de las erosiones que fueron producto de las lluvias o clima húmedo; garantizando así un mejor comportamiento y capacidad en dichas edificaciones ante a estos factores.

Escamirosa, L., Ocampo, M. y Arroyo, R. (2014) en su artículo de Ingeniero Civil titulada “*Structural strengthening of a traditional adobe house in Chiapa de Corzo, Chiapas*” de la Universidad Autónoma de Guerrero, esta investigación tuvo como objetivo el de presenta alternativas el reforzamiento estructural de las viviendas tradicionales hechas con adobe para la ciudad histórica de Chiapa de Corzo, en México, teniendo el objetivo de incrementar su capacidad al sismo. Los estudios al reforzamiento evaluaron y analizaron para 2 viviendas construidas por adobe, las cuales estuvieron seleccionadas por los daños estructurales que registran; de ese modo, siguen siendo habitadas por personas con baja económica, su condición social es para realizar mejoras en sus viviendas y puedan disminuir el dalo a los residentes. Continuando con el desarrollo de la investigación se procuró que fuese de un modo económica, para así conserve en lo posible los elementos patrimoniales de sus orígenes y los distintos espacios de funcionamiento, también de que se logre una mejorar en la calidad estructural de las viviendas hechas de adobe y puedan garantizar que no habrá pérdidas humanas con posibles problemas a solucionar para sus habitantes. Continuando así que se tiene previsto efectuar la instrumentación acelerométrica el cual obtendrá las medidas de los períodos de vibración fundamental de las viviendas a ser identificadas. Para todo esto la evolución de las capacidades contra los sismos lo asegurará la propuesta esta servirá como prototipo para el reforzamiento en las estructuras de adobe en otras viviendas alrededor de la zona. Por último, se trata de dar información de una

alternativa que sea viable para que así autoridades responsables puedan tener a la mano los mecanismos o fondos económicos los cuales permitan implantar una estrategia colectiva de reforzamiento estructural en las viviendas elaboradas con adobe en para la ciudad de Chiapa la que debido a que por la ubicación geográfica que posee, esta se encuentra en una zona de alta sismicidad de ocurrencia de fenómenos telúricos.

Ruiz, J. y Vidal, F. (2015) en su artículo de Ingeniero Civil titulada “*Mechanical characterization of adobe bricks used in the region of Tuxtla Gutierrez, Mexico*” de la Universidad Autónoma de Chiapas (México), tuvo como objetivo presentar los resultados de una campaña de caracterización mecánica del adobe de barro utilizado en la región de Tuxtla Gutiérrez. Las pruebas se llevaron a cabo en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas, durante el segundo semestre de 2008. Se estudiaron las siguientes características de piezas individuales: peso volumétrico, resistencia a compresión y resistencia a flexión. También se realizaron pruebas de compresión en pilas construidas con piezas individuales y en probetas del mortero de barro utilizado para unir estas piezas. El material ensayado se consiguió directamente con los fabricantes del área urbana de América Libre, municipio de Chiapa de Corzo. Se hace una comparación entre los resultados conseguidos y las recomendaciones que se siguen en otros países para construcción en adobe de barro.

A continuación, definimos los temas relevantes para enfocar nuestra investigación.

Un temblor o sismo se caracteriza por el movimiento de la corteza del planeta o asimismo la vibración del terreno, provocado por la fuerza mecánica irradiada desde los mantos hacia la capa superior terrestre.

Al pasar un tren o camión, pueden emitir una ligera vibración en el exterior de la tierra, esta anomalía se puede identificar con un temblor o un microsismo. Una emisión volcánica o un desarrollo distrófico pueden causar vibraciones sólidas, provocando un temblor sísmico o macrosismo.

Los observatorios registran una gran cantidad de desarrollos, consistentemente en todo el mundo. Afortunadamente, no muchos llegan a la clasificación de los macrosismos y la mayoría de ellos ocurren en la base del océano (causando

tsunamis) o en lugares deshabitados. El inicio de los desarrollos se dispersa a profundidades que se extienden de 0 a 700 km.

Las causas de los sismos. Según los estudios elaborados, se puede afirmar que las razones de los movimientos sísmicos son:

El diastrofismo y la actividad volcánica. Si vemos un mapa del mundo, se puede ver muy bien que los territorios volcánicos y las áreas sísmicas coinciden, lo que dio lugar a que durante mucho tiempo se creyó que las erupciones volcánicas eran las principales causas de los terremotos.

Los hechos confirman que los volcanes cuando comienzan a actuar pueden causar fuertes movimientos sismos. Los numerosos estudios realizados en el mundo, dan a conocer que los fuertes movimientos sísmicos que sacuden la litosfera, se a causa del diastrofismo.

En el momento en que comienza la deficiencia, o cuando los bloques se deslizan a lo largo del plano deficiente, producen choques desde la corteza terrestre. Los movimientos sísmicos de esta clase se denominan tectónicos.

Hipocentro: Un movimiento sísmico que se origina en un pequeño volumen debajo de la tierra, que puede representarse como un punto, se llama hipocentro para fines de estudio.

Epicentro: En la superficie de la tierra se proyecta verticalmente el hipocentro mediante un punto que nos representa el epicentro para fines de estudio.

Adobe. El adobe es una de los métodos de edificación más longevos y conocidos del planeta. Su uso ha sido registrado desde hace diez mil años en distintas partes del planeta.

Las edificaciones de adobe son extremadamente duraderas, y representan algunos de los edificios más longevos existentes en el planeta tierra. En climas cálidos, en comparación con edificios de madera, los edificios de adobe ofrecen beneficios significativos debido a su mayor masa térmica, pero se sabe que son particularmente susceptibles a los daños por macrosismos.

**El adobe** es una unidad de construcción hecho de una mezcla de tierra sin coser que contiene arcilla y arena y se mezcla con paja, en forma de bloque y se seca a



la sombra del sol; con ellos se fabrican muros y paredes de diferentes estructuras. La elaboración y su utilización son generales en todo el mundo y se encuentran en numerosas sociedades que nunca han tenido ninguna relación (Morales, 1993).

De acuerdo al reglamento nacional de edificaciones de Perú E.080, el adobe es una unidad de bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede incluir paja u otro material que aumente sus propiedades físicas y mecánicas frente a agentes externos, este bloque al añadirsele asfalto, cemento o cal se le conoce como “adobe estabilizado” o reforzado (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción [SENCICO], 2017b). La norma indica las siguientes gradaciones: de 55% a 70% de arena, del 15% al 25% de limo, y del 10% al 20% de arcilla, dado que la resistencia del adobe depende de la estructura del suelo con el que fue realizado (Gutiérrez & Manco, 2006).

La conducta mecánica de las paredes de adobe no es apropiada para las cargas dinámicas. Este material necesita la capacidad de deformación en el rango flexible, tiene baja rigidez y es limitado la unión entre la unidad de adobe y el mortero; de esta manera la falla de las paredes de adobe es delicado y generalmente ocurre debido a fuerzas sísmicas horizontales (Gutiérrez & Manco, 2006).

Clases de adobe:

**Adobe estabilizado.** Se define como adobe “resistente al agua” hecho de tierra al que se agregan ciertas mezclas en el proceso de fabricación para limitar la absorción de agua en el adobe.

**Adobe no estabilizado.** Denominados también “naturales”, son unidades de mampostería cuyas especificaciones de absorción son diferentes al adobe estabilizado, el uso de adobes no estabilizados está prohibido a menos de cuatro pulgadas del piso terminado.

**Adobe sísmico.** Denominados también como adobe reforzado, son unidades de bloques hechos de tierra al cual se le añade ciertas fibras naturales, físicas y químicas con el objetivo de aumentar positivamente en las características mecánicas y físicas del adobe natural.

## Ventajas y desventajas

Entre las ventajas que se consiguen con el adobe se encuentran:

- Accesibilidad simple.
- Técnica constructiva sencilla.
- Contaminación ambiental reducida.
- Incorporación al medio ambiente local moderado (métodos locales y materiales).
- Alta conservación de energía (usos de energías renovables).
- Reutilización directa de los excedentes de desarrollo constructivo.
- Propiedades térmicas y acústicas superiores.

Entre las desventajas del adobe se encuentran:

- Degradación rápida debido a la intemperie.
- Depreciación de la edificación de tierra sin coser frente a fenómenos naturales como sismos.
- Ausencia de seguro de las paredes de adobe, contra el mal tiempo como: viento, lluvia y humedad, lo que causa poca durabilidad y resistencia de los adobes.
- Carencias de principios técnicos universalmente válidos.
- La técnica de diseño habitual que se utiliza en la elaboración del adobe es de conocimiento empírico.

Buena capacidad como aislante térmico. El componente del que está elaborado el adobe y el tapial es un revestimiento térmico. Dentro de un hogar elaborado con este componente requerirá un uso inferior del sistema de climatización a comparación de materiales industriales convencional. Los hogares elaborados con tierra sin coser resultan de un ambiente fresco en verano y un ambiente cálido en invierno lo que proporciona un bienestar térmico confortable. El coeficiente de conductividad térmica es de 1.50 W/m °C para el concreto, 0.85W/m °C para el ladrillo y de 0.25 W/m °C para el adobe.

Buena capacidad como aislante sonoro. El adobe y el tapial también son excelentes aislantes acústicos. Las casas trabajadas con tierra sin coser están más desconectadas del ruido exterior, lo que resulta más silencioso que las diferentes

edificaciones con materiales industriales ordinario. Por otro parte, su superficie irregular reduce el ruido producido al interior de las viviendas y promueve un interior más agradable y tranquilo.

Ahorro energético en climatización. La capacidad de aislamiento térmico de las paredes de barro reduce o incluso evita la utilización de sistemas de enfriamiento, lo que significa un uso moderado energético, un reducido gasto monetario y baja emanación de Co<sub>2</sub> muy significativo. Una casa trabajada en adobe o tapial en lugares de climas fríos, que tenía alguna tecnología de refrigeración natural, como la acumulación de energía mediante el sol, se evitaría el uso demasiado de combustibles en los sistemas de calefacción.

Bajo impacto ambiental. Para la elaboración y procesamiento de los muros de tapial o para las paredes de tierra cruda, se usa considerablemente menos energía de la necesaria a comparación de la fabricar otros materiales convencionales. Para la elaboración de ladrillos o de bloques de concreto, además del cemento, el uso de combustibles fósiles se utiliza para obtener las altas temperaturas requeridas en su procesamiento industrial. Por otro lado, el adobe se puede hacer a mano y dejar secar bajo la sombra del sol. El adobe requiere 2000 BTU de energía, (la mayoría de las veces de fuentes renovables, limpios y naturales), mientras que el ladrillo necesita 15 veces más energía (30.000 BTU) y también se necesita quemar combustibles que emiten Co<sub>2</sub> en su fabricación.

Reciclaje. El adobe como está elaborado con materiales naturales y locales, el adobe se puede reintegrar totalmente en la naturaleza una vez que la construcción ya haya pasado su vida útil. Por otro lado, el cemento, el concreto y el ladrillo no regresan a la naturaleza después de que la construcción pierde su capacidad, dejándolo como basura y causando una influencia ecológica mucho más notable.

Resistencia del adobe. La resistencia del adobe puede ser inferior a comparación con otros materiales modernos existentes. Una construcción adecuadamente de tierra sin cocer construido y mantenido puede alcanzar sin mucho esfuerzo y superar los 100 años de vida útil en excelentes condiciones. El mantenimiento adecuado, una construcción de adobe puede resistir indefinidamente.

Resistencia al fuego. Debido a sus características naturales químicas y físicas, la tierra cruda tiene una increíble estabilidad e impermeabilidad al fuego, obviamente superando a diferentes materiales como el ladrillo y acero.

Autoconstrucción. Este material, que al estar naturalmente en el campo y tener proceso de elaboración simple que no es necesario de equipos complejo, se puede fabricar manualmente sin mucha complicación. Esto lo hace disponible para la autoconstrucción. No es sorprendente que el adobe haya sido un material utilizado habitualmente en la autoconstrucción durante muchos años en muchas partes del mundo. Sin embargo, el adobe tiene algunas desventajas que deberían conocerse.

Limitación en altura. La edificación con tierra sin coser, debido a la resistencia del ingrediente, se puede construir hasta dos pisos.

Vulnerabilidad ante el agua. El agua genera en el tapial y el adobe, un impacto erosivo como al aplicarlo a la superficie sin vegetación. Sin embargo, hay varios métodos que la cultura popular ha creado en varias partes del mundo para solucionar este problema. Para impedir el efecto negativo de la acumulación del agua de lluvia sobre el territorio durante los periodos de fuertes precipitaciones las construcciones hechas con barro se realizan sobre cimientos de material resistente al agua o cimientos de piedra, hasta llegar a una altura promedio donde el agua no pueda alcanzar. La mezcla de lodo con cactus en muros de tierra sin cocer es una técnica ancestral de origen prehispánico que evita la absorción de humedad.

Debilidad sísmica. Las edificaciones de tapial y de adobe, debido a su naturaleza mecánica del material son vulnerables frente al impacto de terremotos y temblores. Sin embargo, existen métodos de construcción simple que hacen que este tipo de construcción sea resistente, una de estas es el diseño de la planta de la casa de forma ortogonal, proporcionalmente techos ligeros hacen que las construcciones con tierra sin cocer sean impermeables a los desarrollos de temblores sísmicos.

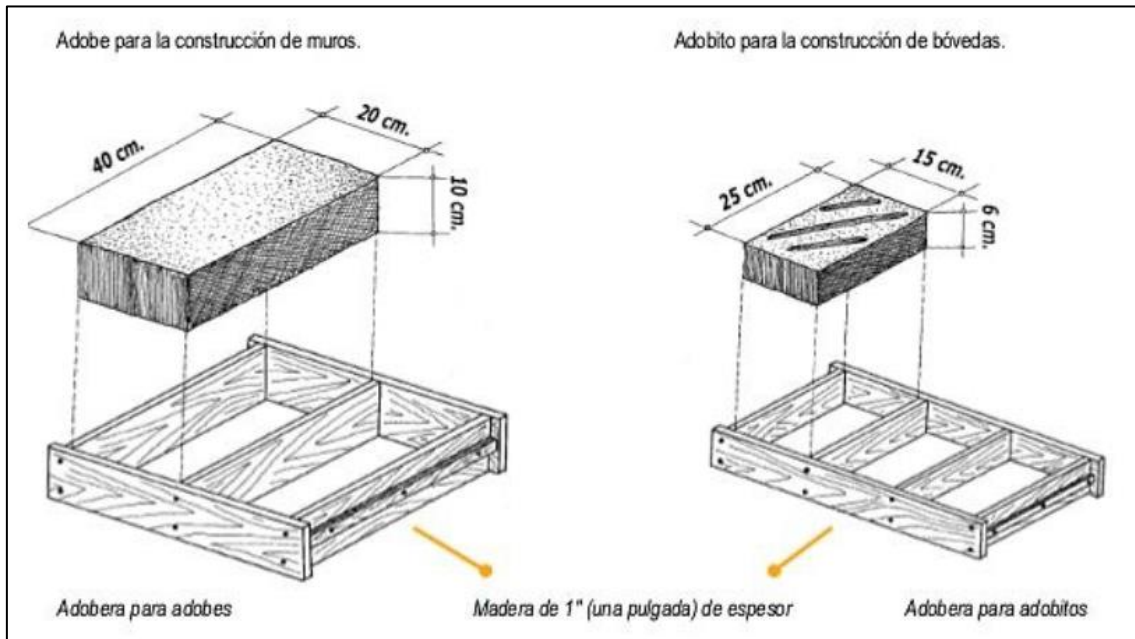
Diseño y tamaño. Los adobes pueden ser rectangulares o cuadrados de planta y en el caso de encuentros con diferentes ángulos de  $90^\circ$ , de formas excepcionales. Deben cumplir las dimensiones y estar de acuerdo con las siguientes proporciones:

Para el adobe rectangular, la longitud de largo debe ser en relación al doble de ancho.

La longitud debe tener relación con la altura, debe ser del orden de 4 a 1.

Si es posible, la altura debe ser igual 8 cm o superior. (MANUAL DE CONTRUCCION, 2010) ver la Figura 2.

Figura 2. Dimensiones del Adobe



Fuente. Viñuales et al. (1994)

Composición. El adobe es un material de construcción de base natural compuesta de arena, arcilla, agua y agregados de tipo fibroso u orgánico y secada bajo la sombra del sol.

El estiércol ofrece la misma ventaja y también se añade para repeler insectos. La textura del terreno más conveniente para elaborar el lodo o masa de adobe es de 10-30% limo, 15% de arcilla y 55 a 75% de arena fina. Otra fuente cita a 15-25% de arcilla y la arena restante y las partículas más gruesas. En la actualidad el adobe se estabiliza, ya sea con asfalto emulsionado o cemento Portland de hasta 10% en peso.

El contenido de arcilla debe ser una mezcla de no más la mitad de arcillas expansivas con el resto illita no expansiva o caolinita.

Su resistencia a la compresión es inferior entre (3 y 5 Kg. por cm<sup>2</sup>) en el momento en que está totalmente seco, las cargas flexibles se pueden estimar invalidas. Debido a atributos similares, el tratamiento resulta ser cada vez más desconcertante, los adobes se rompen porque no han sido “restaurados”.

Sistemas constructivos no convencionales, es necesario recordar que antes de edificar la casa es de mucha importancia la evaluación de los peligros del territorio, entre ellos (González Raúl, 2003):

No edificar en territorios que puedan ser afectados por inundaciones, deslizamientos, aluviones, etc.

No edificar en rellenos, depósitos arrastrados por el viento, suelos blandos, suelos orgánicos, suelos arenosos sueltos, suelos arcillosos inestables o expansivos. Estos suelos refuerzan las olas producidas por los terremotos y pueden dañar el edificio.

Pasos para obtener un suelo optimo

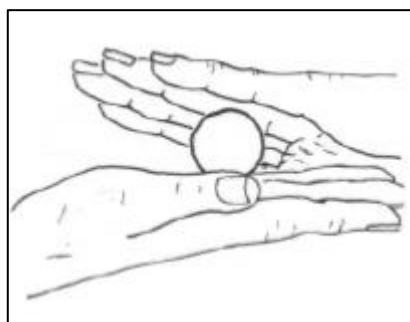
El tierra o suelo se usa para la elaboración de adobes, mortero para el revestimiento y las juntas de los muros de la vivienda. No obstante, no todos los terrenos o suelos son adecuados para estos motivos. El adobe es una mezcla de arcilla, arena y grava. Mezclados con agua, se les puede dar la apariencia o forma necesaria.

Cómo saber si el suelo tiene suficiente arcilla:

Para conocer, se tiene que realizar el siguiente ensayo (Blondet, 2003):

Paso 1. Con la mezcla de barro del terreno, hacer 6 esferas de 2 cm. De diámetro aproximadamente. Ver la Figura 3.

*Figura 3. Esfera de 2cm*



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Paso 2. Luego durante dos días deja secar al aire libre las 6 esferas bajo la sombra del sol. Ver figura 4

Figura 4. Secado de esfera bajo techo



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Recordar que para que la mezcla de agua y el barro sea suficientemente resistente cuando termine de secar, debe haber suficiente arcilla en el terreno. Si, por el contrario, hay suficiente arcilla, pero no hay suficiente grava o arena en el terreno, la mezcla del barro se rajará y se encogerá cuando termine de secar después de los dos días.

Preparación del barro para los adobes

Según la investigación realizada este es el mejor método de preparación de barro (Blondet, 2003).

Paso 1. Mover la tierra para quitar las pequeñas piedras, luego con el agua mezclarlo y dejar reposar el lodo por 2 días.

Paso 2. Luego de los dos días, añadir paja. En la relación de 1 de paja más 5 de barro.

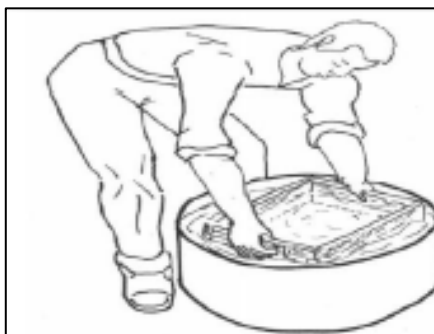
Paso 3. Luego combinar el barro con la paja y amalgamar bien para realizar adobes de prueba.

Cómo rellenar el molde de gavera sin fondo:

Hay que prestar mucha atención a este procedimiento (Blondet, 2003).

Paso 1. Sumergir en agua el molde que se utilizara para hacer el adobe, luego se llenara de barro. Ver Figura 5.

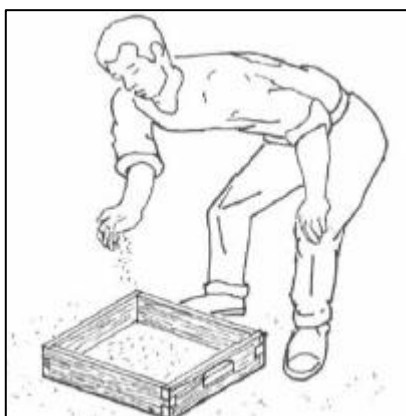
*Figura 5.* Sumergir el molde antes de ser utilizado



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Paso 2. Luego rociar arena fina dentro del molde hueco para que no se adhiera el barro con la superficie del suelo. Ver Figura 6.

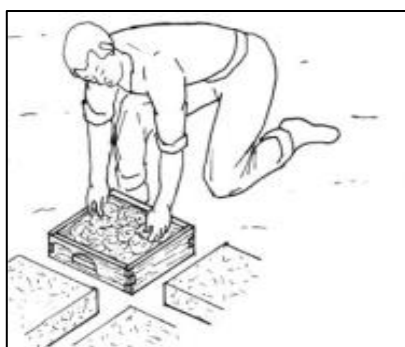
*Figura 6.* Rociar el molde



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Paso 3. Luego lanzar el barro en bolas dentro del molde hueco colocado en el suelo del tendal plano. Primero nivelar con las manos. Ver Figura 7.

*Figura 7.* Lanzar el barro en bolas dentro del molde

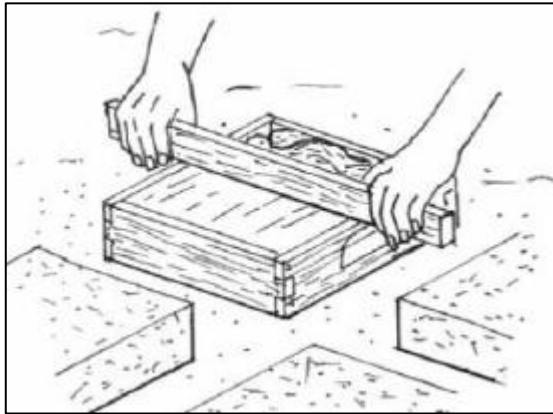


Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Paso 4. Luego igualar la superficie con una barra o regla de madera mojada. Ver Figura 8.



*Figura 8.* Igualar la superficie con una regla de madera mojada



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Paso 5. Luego retirar con cuidado el molde hueco para no dañar o deformar el espécimen recién realizado. Ver Figura 9.

*Figura 9.* Retirar con cuidado el molde hueco



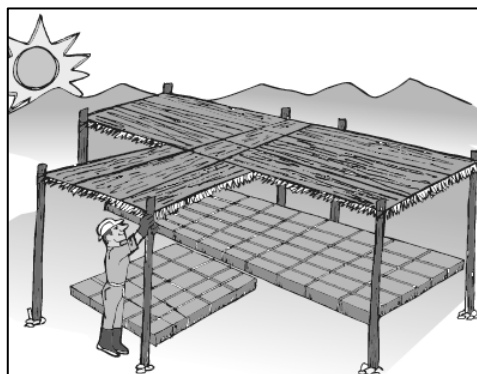
Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Cómo y dónde secar los adobes:

Las recomendaciones son las siguiente (Blondet, 2003).

Paso 1. Luego hacer secar los adobes realizados bajo la sombra del tendal, que protege el calor directo del sol hacia el adobe. Ver Figura 10.

*Figura 10.* Seca los adobes bajo sombra del tendal.

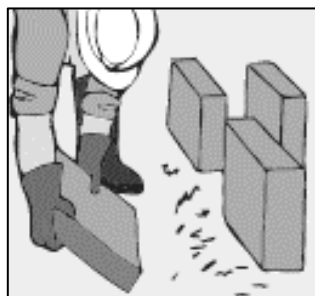


Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Recuerda que el suelo del tendal no debe tener piedras y debe ser plano, el adobe debe estar protegido del viento, como también se debe rociar arena fina sobre la superficie superior del adobe.

Paso 2. Luego de haber transcurrido 4 días, se debe empezar a colocar de canto para que se sequen uniformemente. Ver Figura 11.

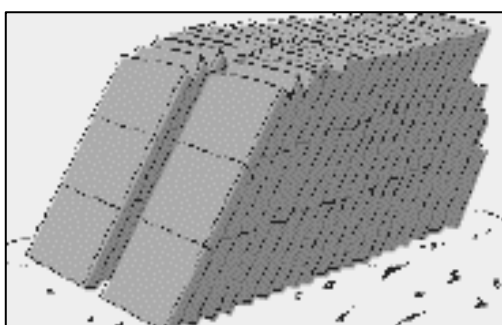
*Figura 11.* Colocar de canto para su secado similar.



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Paso 3. Luego de haber transcurrido una semana, se deben apilar los adobes. Y dejar secar durante 28 días. Ver Figura 12.

*Figura 12.* Adobes apilados



Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Recuerda que es importante hacer secar los adobes bajo la sombra, como también cubrir la superficie de los adobes con paja, para evitar la fisuración debido al viento y al sol fuerte.

Resistencia a la compresión. La resistencia a la compresión de la unidad se define en función del área de la sección transversal, se deben realizar pruebas como mínimo 06 cubos y la resistencia máxima ( $f_o$ ) se definirá como el valor que excede el 80% de las unidades probadas. Las pruebas se realizarán con unidades totalmente secas, siendo el mínimo valor aceptable ( $f_o$ ) de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

La deformación por compresión es el resultado de las presiones contenidas dentro de un sólido deformable, el sólido deformable será la unidad de adobe en nuestro caso, es caracterizado porque tiende a disminuir el volumen y a acortar el cuerpo en una dirección determinada.

Las fuerzas aplicadas al adobe serán por la superficie de las superficies de un área grande que son la cara superior y cara inferior de reposo, estas fuerzas las devolverán repartida cuando se prueben placas de acero en estas dos superficies del adobe.

Al superponer las fuerzas en el lado de reposo del adobe estas harán que el espécimen falle a compresión.

El cálculo de la resistencia de las unidades a compresión del adobe ( $f_o$ ) se define dividiendo la carga de ruptura ( $F$ ) entre el área bruta de la unidad ( $A$ ) cuando es tubular o sólido y el área neta ( $A =$  cuando está perforada o hueca); Sin embargo, la norma técnica peruana siempre considera el área bruta como un divisor para impedir errores y poder comparar directamente los valores de resistencia.

Se adquiere el valor así:

$$f_o = F/A$$

Donde:

$f_o$  : Fuerza a compresión del adobe (kgf/cm<sup>2</sup>).

$F$  : Fuerza de la rotura (kg-f)

$A$  : Área bruta (cm<sup>2</sup>)

Resistencia a la tracción. Badiola (2004) Indica que la tracción ocurre cuando dos fuerzas actúan sobre un elemento, pero en la dirección opuesta y tienden a extender el material. Para tener solo tracción, el esfuerzo se debe situarse en el centro de gravedad de la sección. Suponemos que son uniformes las tensiones, cabe mencionar, que son similares en todos los puntos de la sección:

Los experimentos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para calcular la resistencia de la unidad de tierra a tracción, se desarrolla conforme al procedimiento siguiente:

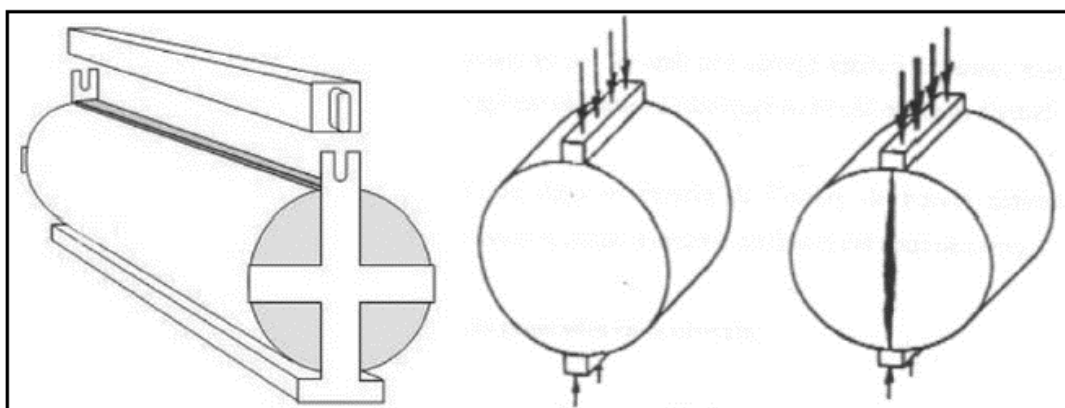
La resistencia se debe calcular mediante el ensayo de tracción brasileño, en cilindros de (6" x 12") o (15.24 cm x 30.48 cm) de diámetro y largo.

En cilindros de (6" x 12") o (15.24 cm x 30.48 cm) de diámetro y largo, mediante el ensayo de tracción brasileño se calcula la resistencia.

La resistencia última del ensayo de tracción brasileño es de 0.08 MPa = 0.81 kgf/cm<sup>2</sup>.

Los patrones deben tener una saturación inicial de 10 % a 15 % para la comprobación de tapial y 20 % a 25 % para control de adobes, y un secado bajo la sombra del sol y viento de 28 días, teniendo que cumplir con que el promedio de los cuatro mejores patrones (de seis muestras) sea igual o superior a la resistencia última indicada. Ver Figura 13.

*Figura 13. Ensayo de tracción indirecta*



Fuente. Norma E.080 (2017)

Resistencia a la flexión. Badiola (2004) señala que la flexión es el resultado de un esfuerzo externo o momento que da un momento de flexión en la sección cortada. Se consideran las siguientes hipótesis de trabajo.

Ensayo que determina el módulo de rotura dependiendo la ubicación de la grieta. Este consiste en someter la unidad de estudio a una carga en los tercios de luz, hasta que se produzca la falla

Para la resistencia a flexión de la unidad de adobe se realiza de acuerdo la Norma Técnica Peruana E 0.80. Una unidad elaborada de adobe simple sostenido libremente en los extremos se carga en el tercio de la luz libre hasta que se produce la ruptura de la muestra patrón. La carga concentrada es continua, sin impacto a



$$\text{Absorción \%} = 100 \times (W_s - W_d) / (W_d)$$

Donde:

$W_d$  : Peso seco del modelo

$W_s$  : Peso del modelo saturado

Luego del sumergimiento en agua fría durante 1 día. Finalmente se evalúa el promedio de volumen de absorción de todos los modelos ensayados, con aproximación a 0.001 %. (ENCISO PERALTA, 2015)

Características de la fibra de coco

**Fibra de coco.** Es una fibra multicelular cuyos componentes principales son la celulosa y el leño, lo que lo transforma en una fibra con buena dureza y rigidez, es resistente al ataque de agua y bacterias y esta fibra se obtiene de cascara o estopa de coco.

Características. La estopa del fruto del coco también llamada bonote produce una fibra muy importante que puede ser utilizada en la construcción de edificaciones como en las industrias. La fibra de coco es una fibra multicelular con un alto grado de dureza y rigidez debido a sus componentes principales que son, el leño y la celulosa; sus características principales son las siguientes, la baja conductividad de calor, buena resistencia al impacto, la resistencia a las bacterias y la resistencia al agua, también la resiliencia y durabilidad hacen de la fibra de coco el material óptimo para el aislamiento acústico y térmico. Cada unidad de coco puede generar hasta 125 gramos de fibras de coco.

Ventajas

- Inodora
- No electrostática
- Resistente a la humedad
- Reducción de ruidos aéreos.
- Imputrescible, no produce hongos
- No atacable por roedores o termitas
- Reducción de los ruidos de percusión
- Libre de patógenos y semillas viables.

## Propiedades mecánicas y características físicas

Las características principales mecánicas y físicas de la fibra de coco son. Ver tabla 3.

**Tabla 3.** *Características principales físicas y mecánicas de la fibra de coco*

| <b>PARÁMETRO</b>          | <b>UNIDAD</b>     | <b>VALOR</b> |
|---------------------------|-------------------|--------------|
| Módulo de elasticidad     | Gpa               | 2.8          |
| Resistencia a la tracción | Mpa               | 95 a 118     |
| Ruptura por elongamiento  | %                 | 23.9 a 51.4  |
| Absorción máxima          | %                 | 93.8         |
| Masa específica real      | Kg/m <sup>2</sup> | 1,177        |

Fuente. <http://scielo.sld.cu/scielo.php>

Tenemos otras características físicas de la fibra de coco que son:

- El bonote tiene la longitud de 15 a 20 centímetros aproximadamente
- La densidad del bonote es 1.40 (g/cc) aproximadamente
- El bonote tiene como diámetro 0.1 a 1.5 milímetros aproximadamente

### **III. METODOLOGÍA**



### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Enfoque**

Borja, M. indica que en el enfoque cuantitativo se ejecuta de manera confiable para reconocer la objetividad por medio de la recolección de datos, con esto se puede expresar las dudas dadas en la indagación y evidenciar las hipótesis. Este tipo de investigaciones cree netamente en el conteo y en el uso de cuadros estadísticos para disponer con exactitud los patrones de conducta del área de estudio escogida. (2012; p. 11).

Por lo que, el presente proyecto de investigación será de enfoque cuantitativo ya que para la medición de las variables se utilizará moldes de adobe para determinar la resistencia, con el apoyo de fichas técnicas y recolección de datos.

Además, “por lo usual en los estudios cuantitativos se constituye una o varias hipótesis, se esboza un plan para ponerlas a prueba, se miden los conceptos implicados en las hipótesis y se reemplazan las mediciones con valores numéricos para examinarse consecutivamente con técnicas estadísticas y desarrollar los resultados a un ámbito más amplio o para fijar las creencias de una teoría” (Borja, M., 2012; p. 11).

#### **3.1.2. Diseño**

Según (Hernández et al, 2014, p, 128) “los diseños experimentales” se usan cuando el científico pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Pero, para establecer influencias así mismo la investigación de calidad está relacionada con la medida en que usamos el diseño como estaba previsto (especialmente en el caso de los experimentos). Por supuesto, el diseño en todo tipo de investigaciones debe ajustarse para eventos o cambios en la situación.

El presente trabajo se trata de una investigación tipo experimental porque se realizará moldes de adobe tradicional y reforzado con fibra de coco para determinar su comportamiento mecánico y físico.

#### **3.1.3. Tipo**

El tipo de investigación a realizar es aplicado y se le denomina así porque la investigación depende de los descubrimientos y aportes teóricos pasados. Tiene la

finalidad de comparar la teoría con la realidad, aplicando cuestiones, sucesos y peculiaridades concretas. (Tamayo, M.; p. 45).

Sea considera que es aplicada porque utilizaremos los conocimientos científicos y tecnológicos sobre el uso del adobe tradicional y reforzado con fibra de coco en la modificación del comportamiento de sus propiedades físicas y mecánicas.

#### **3.1.4. Nivel**

Según Hernández et al, (2014, p, 150), “los niveles de estudios hacen referencia a la profundidad abarcada en el estudio de los aspectos que corresponden a los fenómenos estudiados”

Según Tamayo (2013, p, 35) “engloba todo aquello referente al fenómeno, desde su registro, hasta su análisis y progreso, se determina el nivel de investigación dependiendo de lo que se le realizará a un espécimen o población”.

El siguiente trabajo es de nivel descriptivo, porque los resultados del adobe convencional y reforzado con fibra de coco serán obtenidos en el laboratorio, se analizarán y se explicarán.

### **3.2. Operacionalización de variables**

#### **Variables**

Una variable es una compostura o dimensión de un fenómeno que tiene como particularidad la capacidad de tomar distintos valores, ya sea cuantitativa o cualitativamente (Tamayo, M; p. 165). El presente proyecto está conformado por las siguientes variables a estudiar:

**Variable Independiente:** Fibra de coco

**Variable Dependiente:** Adobe

#### **Operacionalización**

Borja, M. (2012) indica que la operacionalización de variables:

- Es el desarrollo mediante el cual se descifra cómo se medirán las variables prescritas en la hipótesis, para lo que en muchas oportunidades habrá que desplegarlas en indicadores capaces de poder medirse.
- No podrá definirse una investigación si no se utilizan indicadores que midan las variables de las hipótesis propuestas.

- La variable constantemente se aplica al grupo u objeto que se averiguan, los cuales obtienen distintos valores en función de la variable trabajada.
- El investigador debe determinar los indicadores de las variables previamente a la realización de la recolección de datos, y para eso habrá de emplear términos operacionales, es decir, que elaboren datos concretos.

**VARIABLE INDEPENDIENTE:**

**Tabla 4. Matriz de operacionalización de variables**

Título: "Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019"

| VARIABLE DE ESTUDIO                              | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIÓN  | INDICADORES                             | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|---|--|---|--------------------|
| <b>Variable Independiente (X) Fibras de coco</b> | Es una fibra multicelular que tiene como principales componentes la celulosa y el leño lo que la convierte en una fibra con buena rigidez y dureza, es resistente al ataque de bacterias y al agua, esta se obtiene de la estopa del coco. (Toj, 2008, p.2)                           | Se realizó el diseño del adobe empleando la tierra (arena, limo y arcilla) y agua. Se realizará no sobrepasando el 20 % de agua según la norma E.080 art 17, para estabilizar el adobe se dosificará el 0.5%, 1% y el 2% de fibra de coco (1.5 mm de ancho x 15 cm de largo) con respecto al peso seco del adobe tradicional. | Porcentaje de la dosificación de la fibra de coco. | 0.5% respecto al peso del adobe patrón. | Razón              |
|  |   |   |  | 1% respecto al peso del adobe patrón.   | Razón              |
|  |   |   |  | 2% respecto al peso del adobe patrón.   | Razón              |
| <b>Variable Dependiente (Y) Adobe</b>            | El adobe está hecho de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol, mientras que el reforzado tiene agregados para mejorar su comportamiento; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones (NTE E.080). | Se analizó las propiedades mecánicas y físicas de los adobes y adobes reforzados, mediante los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión y también el ensayo de absorción de acuerdo a la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.  | Propiedades Mecánicas                              | Ensayo de resistencia a la Compresión   | Razón              |
|  |   |   |  | Ensayo de resistencia a la Tracción     | Razón              |
|  |   |   |  | Ensayo de resistencia a la Flexión      | Razón              |
|  |   |   | Propiedades Físicas                                | Ensayo de Absorción                     | Razón              |

Fuente. Elaboración propia

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

#### **3.3.1. Población**

De acuerdo con Hernández et al (2014, p, 165) “nos afirma que la población es el grupo de elementos los cuales se exponen a los estudios. Se puede mencionar, también como el conglomerado de todas las unidades de muestreo”.

La población en la presente investigación está determinada por todos los especímenes de adobe tradicional y adobe reforzado, elaborados con la tierra de la provincia de Huancané con diferentes dosificaciones de fibra de coco sometidos a ensayos mecánicos de compresión, tracción y flexión, ensayos físicos de absorción.

#### **3.3.2. Muestra**

Según Hernández et al, (2014, p, 170) en cuanto a la muestra no probabilística (se le conoce también como muestra dirigida), informa que el elemento no tiene que depender de la probabilidad, sino de las causas vinculadas con las características del estudiador o del que elabora la muestra. Es por ello que la secuencia a seguir no es mecánica, ni se basa en fórmulas de probabilidad; el proceso en la toma de decisiones de un individuo o de una multitud de personas es un mérito de este tipo de muestra.

El número de unidades de adobe se determinaron siguiendo las recomendaciones de las Norma técnica E.080 (2017), se realizaron 64 cubos de adobes y adobes estabilizados, éstos fueron elaborados con la tierra de la provincia de Huancané. A continuación, se detalla los especímenes de adobe en las siguientes tablas:

#### **Para ensayo a compresión:**

La norma nacional de edificaciones, E.080, nos recuerda que se debe estudiar un mínimo de 6 unidades de adobes con aristas de 10 cm, para la resistencia a la compresión a los 28 días. Ver tabla 5.

**Tabla 5. Prototipo para el ensayo a la Compresión.**

| Ensayos      |               | Resistencia a la compresión |
|--------------|---------------|-----------------------------|
| Cubos        |               | 28 Días                     |
| Nombre       | Fibra de Coco |                             |
| Adobe patrón | 0%            | 4                           |
| Adobe + 0.5% | 0.5%          | 4                           |
| Adobe + 1%   | 1%            | 4                           |
| Adobe + 2%   | 2%            | 4                           |

Fuente. Elaboración propia

**Para el ensayo Brasileño De Tracción:**

La norma nacional de edificaciones, E.080, nos recuerda que se deben estudiar 6 unidades de forma cilíndrica de 6" de diámetro x 12" de largo a los 28 días. Ver tabla 6.

**Tabla 6. Prototipo para el ensayo Brasileño De Tracción.**

| Ensayos      |               | Resistencia a la Tracción |
|--------------|---------------|---------------------------|
| Cubos        |               | 28 Días                   |
| Nombre       | Fibra de Coco |                           |
| Adobe patrón | 0%            | 4                         |
| Adobe + 0.5% | 0.5%          | 4                         |
| Adobe + 1%   | 1%            | 4                         |
| Adobe + 2%   | 2%            | 4                         |

Fuente. Elaboración propia

**Para el ensayo de Flexión:**

La norma nacional de edificaciones, E.080, nos recuerda que se deben estudiar 6 unidades con medidas no superiores a 40 x 40 x 10 de espesor, para la resistencia a la Flexión a los 28 días. Ver tabla 7.

**Tabla 7. Prototipo para el ensayo de Flexión.**

| Ensayos      |               | Resistencia a la Flexión |
|--------------|---------------|--------------------------|
| Cubos        |               | 28 Días                  |
| Nombre       | Fibra de Coco |                          |
| Adobe patrón | 0%            | 4                        |
| Adobe + 0.5% | 0.5%          | 4                        |
| Adobe + 1%   | 1%            | 4                        |
| Adobe + 2%   | 2%            | 4                        |

Fuente. Elaboración propia

#### **Para el ensayo de absorción:**

Se tomará el mínimo de especímenes de acuerdo a la norma nacional de edificaciones, E.080 para el ensayo de absorción a los 28 días. Ver tabla 8.

**Tabla 8. Prototipo para el Ensayo de absorción de agua.**

| Ensayos      |               | Absorción |
|--------------|---------------|-----------|
| Cubos        |               | 28 Días   |
| Nombre       | Fibra de Coco |           |
| Adobe patrón | 0%            | 4         |
| Adobe + 0.5% | 0.5%          | 4         |
| Adobe + 1%   | 1%            | 4         |
| Adobe + 2%   | 2%            | 4         |

Fuente. Elaboración propia

#### **3.3.3. Muestreo**

La investigación utiliza el método de muestreo por conveniencia (no probabilístico), para la selección de las muestras no se utilizan formulas estadísticas debido a que los investigadores fabrican sus elementos muestrales donde el número de población es igual al número de la muestra. (HERNANDEZ, S. 2010).

El criterio de selección empleado para la determinación de la muestra, se realizó basándonos en la normativa vigente para la realización de los ensayos de resistencia a la compresión, tracción, flexión y absorción al agua del adobe (Norma E.080).

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

Las técnicas aplicadas para la investigación serán: Observación Experimental, comparación de datos, para seleccionar la información se usarán el método cuantitativo y la observación directa.

El método cuantitativo se utilizará para evaluar las variables cuantitativas de estudio de los porcentajes de dosificación de fibra de coco de los especímenes de adobe a elaborar; para lo cual se usarán equipos e instrumentos del Laboratorio Material Testing Laboratory tales como: Maquina de ensayo a compresión universal, moldes adecuados para el control de calidad y la fabricación los especímenes de adobe, balanzas.

**Técnica:** Se usó la observación como técnica porque permite recopilar los datos de cada prueba realizada en el laboratorio a través de protocolos.

(Hernández et al, 2014, p, 190), “la observación es una técnica que permite obtener información de forma directa y con una credibilidad alta. Se debe mencionar que esta técnica debe de realizar de manera controlada y sistemática”.

**Instrumento:** Se usó reglamentos de acuerdo a la norma técnica E.080. Esta es una regla que nos indica cómo realizar los procedimientos sobre cómo realizar correctamente las pruebas de adobe.

Para la recolección de datos utilizaremos las fichas de trabajo adjuntas en los anexos de la presente investigación.

Valderrama (2013, p.194), “el instrumento para recolección de datos, es donde se tiene que llevar a cabo el registro los datos observables correspondientes a las variables que el investigador requiere”.

**Validez:** Para Valarino et al. (2015), sostienen que la validez denota el grado seguridad, es decir que los resultados que se obtengan sean los que se pretendía medir y no otros, además que la técnica empleada sirva para medir lo pretendido, ayudando al investigar a sentenciar con un evidente grado de veracidad (p.227).

La validez en el presente trabajo se basa en que nuestros especímenes de adobe y adobe reforzado serán sometidos a todos los ensayos a fin de evaluar la resistencia de compresión, tracción, flexión y durabilidad del adobe dosificado con



fibra de coco; ejecutados en un laboratorio autorizado cuyos certificados firmados por los profesionales competentes validarán los resultados obtenidos.

**Confiabilidad:** La confiabilidad de nuestra investigación, se soporta en los ensayos de laboratorio: para la caracterización del elemento, se someterá al ensayo de resistencia a cargas a compresión, tracción, flexión y absorción al agua de acuerdo con la NTP; ejecutados con los instrumentos debidamente calibrados, garantizando la objetividad y exactitud de los resultados.

“La confiabilidad se refiere a que el instrumento mida lo mismo cada vez que se emplea o que diferentes observadores midan lo mismo en condiciones similares y puedan llegar a acuerdos” (Valarino et al, 2015, p.229).

### **3.5. Procedimiento**

En esta investigación se empleará etapas de procedimientos siguiendo una secuencia y orden que se detalla a continuación:

**ETAPA I:** Obtención de los materiales, Suelo, Paja, Fibra de coco y Agua.

**ETAPA II:** Determinación de las propiedades físicas del suelo para su posterior clasificación.

**ETAPA III:** Elaboración de las unidades de adobe, muestras patrón y unidades con el 0.5%, 1%, 2%. Tamizado del suelo, Obtención y Dosificación de las fibras adicionantes. Mezclado Moldeado y desmoldado Secado, apilado y almacenado.

**ETAPA IV:** Determinación de las propiedades de las unidades de adobe en ensayos de laboratorio. Resistencia a compresión, Resistencia a tracción, Resistencia a flexión y Absorción de agua.

**ETAPA V:** Evaluación de los resultados y conclusiones de la variación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe. Comprobación de hipótesis.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

“Para realizar el análisis de los datos se necesitan dividir los componentes básicos de la información para ser examinados por medio de resultados que respondan las discusiones planteadas en el trabajo de investigación”. (Rojas, 2013, p. 333).

Para representar el comportamiento y características de las muestras se usarán programas de Microsoft Office (Word, Excel (tablas) y PowerPoint) y los datos obtenidos en el laboratorio a través de los ensayos, resistencia a la comprensión, tracción, flexión y absorción de agua según la Norma E.080 (2017) nos permitirán tener un conocimiento mayor para poder realizar construcciones de estructuras con un adobe de resistencia alta.

### **3.7. Aspectos éticos**

El investigador demuestra que se está realizando un estudio con una total transparencia y veracidad en los contenidos que se recopiló durante el tiempo del proyecto. Además, como investigador nos comprometimos a ser responsables y respetar, se tiene que honrar la información tomada de los diferentes autores ya que se utilizó su información como base para esta investigación, como también de los resultados alcanzados en las pruebas, se confió en la recolección de datos, respetando a la pertenencia erudito y sobre todo a la conservación del medio ambiente durante el desarrollo del proyecto.

## **IV. RESULTADOS**

#### 4.1. Ubicación de la zona de estudio (extracción del suelo).

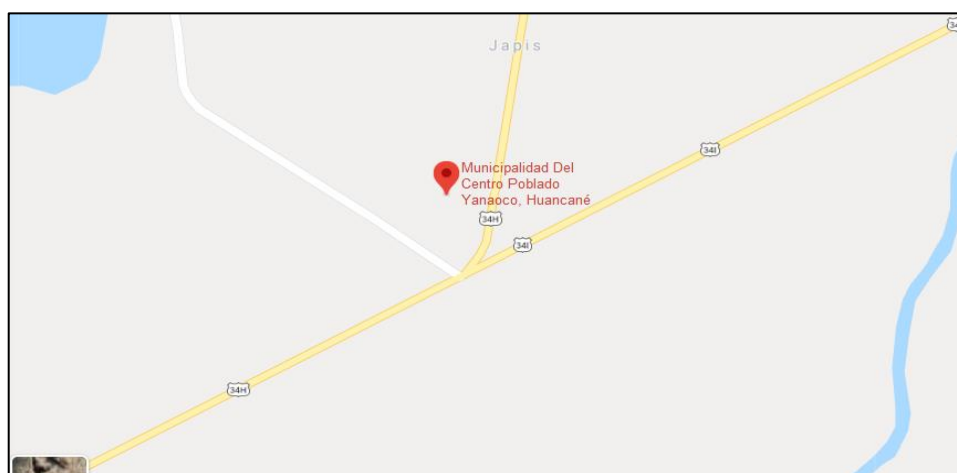


Figura 15. Ubicación de zona de estudio en Yanaoco, Huancané Puno (Maps).

Para la obtención de la muestra, se aprovechó un suelo de una profundidad de 1.5 m (del nivel de la rasante), ubicado en el centro poblado Yanaoco a 2 km aproximadamente de la carretera Huancané – Juliaca del departamento de Puno.

##### 4.1.1. Pruebas In situ para determinar las condiciones de la tierra a utilizar.

###### 4.1.1.1. Prueba de la Cinta de barro:

Se realiza estas pruebas para comprobar la presencia de arcilla en el suelo. Siguiendo el proceso indicado en el anexo N°1 de la Norma técnica E.080 “Diseño y Construcción con tierra reforzada”, se elaboraron las cintas de barro, humedeciendo la tierra, hasta que nos permitió realizar cilindros de aproximadamente 4 a 5 mm. de espesor, enrollándola hasta que la cinta falle, alcanzando una longitud de 22 cm a 24 cm. Siendo un suelo bueno para la elaboración de adobe; ya que la norma indica que si la cinta alcanza una longitud de 20 a 25 cm. El suelo contiene demasiada arcilla y si llega a menos o hasta 10 cm. el suelo no cuenta con la arcilla suficiente.

###### 4.1.1.2. Prueba “Resistencia seca” o “Presencia de arcilla”

Esta prueba se realizó siguiendo las consideraciones indicadas en el Anexo N°2 de la Norma 080. Se humedeció la tierra hasta que nos permitió elaborar 4 esferas de aproximadamente 2 cm. Las formamos en nuestra palma, observando que no presente fisuras o agrietamientos; una vez formadas las bolitas se las dejó secar por 2 días (48 horas), en seguida se presionó fuertemente con los dedos pulgar e

índice; observando que no se rompió, ni se quebró, ni presento agrietamientos en ninguna esfera; por lo que, dicho suelo se utilizó como material para el presente informe de investigación.

#### **4.1.2. Preparación de los materiales**

##### **4.1.2.1. Trituración manual de la tierra**

El material recogido eran partículas de dimensiones superiores a 5mm., es por ello que, a fin de economizar, se optó por triturar la tierra de forma manual, con un martillo, hasta obtener un suelo uniforme con partículas por debajo de 5 mm.

##### **4.1.2.2. Preparación de la paja**

La paja fue extraída del campo; se cortó en distancias de 10 cm. aproximadamente a fin de que se pueda trabajar con facilidad junto a el agua y la tierra, volviéndolo más trabajable la mezcla.



*Figura 16.* Preparación de la paja.

##### **4.1.2.3. Preparación de la fibra de coco**

Tomamos los desechos de los frutos de los cocos, una vez recolectados retiramos las impurezas externas como internas, así mismo se procede a abrir los cocos en dos o más pedazos, luego retirar la corteza exterior o capa verdes también retiramos la parte carnosa o endocarpio del coco para poder deshilarlo con mas facilidad, luego de dejarlo remojando durante una noche, con ayuda de un martillo de goma procedemos a realizar pequeños golpes para desmenuzar la fibra uniformemente, después se procede a realizar el secado durante 1 o 2 días bajo el sol para que sea trabajable en el momento de la preparación de la mezcla del adobe.



Figura 17. Preparación de la fibra de coco.

## 4.2. Ensayos para la caracterización del suelo

### 4.2.1. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico se realizó bajo la Norma técnica ASTM D-6913 (Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis).

Se llevó una muestra de aproximadamente 1.7 kilos de suelos, al laboratorio Material Testing Laboratory.

#### 4.2.1.1. Procedimiento

El ensayo realizado fue la de análisis granulométrico por tamizado que consistió en:

Se tomó la muestra, se cuarteó y se llevó al horno a 110°C de temperatura por 24 horas.

Retiramos el suelo seco y con la ayuda del tamiz N° 200 lavamos la muestra y nuevamente la llevamos al horno a 110°C por 24 horas.

Transcurrido el tiempo indicado pesamos el material (364.6 gr.), pasamos la muestra por los tamices ¼", N° 4, N° 10, N° 20, N° 30, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200, y agitamos los tamices con las manos.

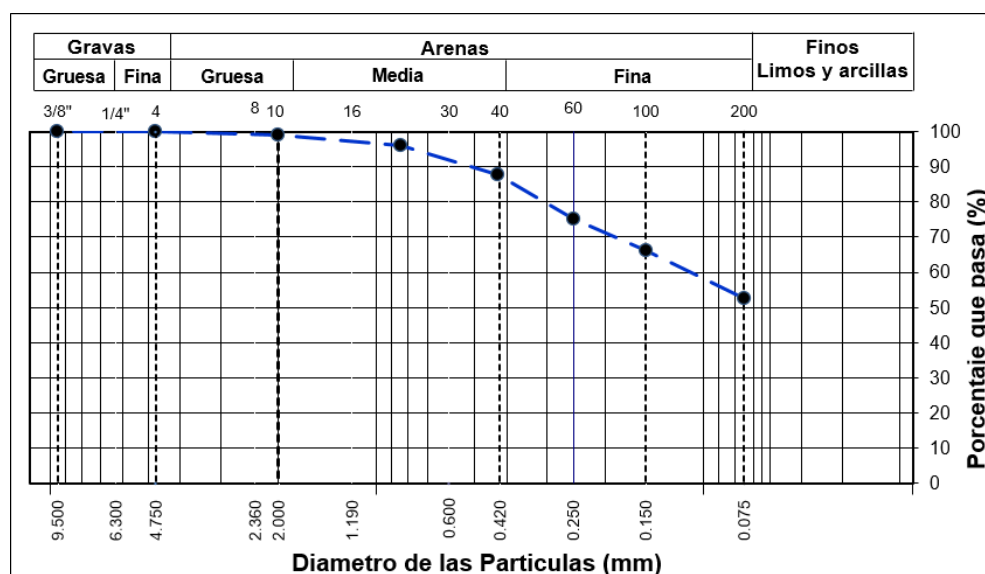
Procedimos a pesar las partículas que quedaron en los tamices, registrando los datos en la siguiente tabla.

**Tabla 9.** Tabla de registro de datos del ensayo granulométrico.

| Tamiz o Malla             |           | Peso Retenido (gr.) | % Retenido |        | %Pasa  | Tipo de suelo (Teóricamente) |
|---------------------------|-----------|---------------------|------------|--------|--------|------------------------------|
| Diametro - mm.            | N° (ASTM) |                     | Parcial    | Total  | %Pasa  |                              |
| 9.500                     | 3/8"      | 0.0                 | 0.0%       | 0.0%   | 100.0% | Grava                        |
| 4.750                     | N° 4      | 0.0                 | 0.0%       | 0.0%   | 100.0% |                              |
| 2.000                     | N° 10     | 3.1                 | 0.9%       | 0.9%   | 99.1%  | Arena                        |
| 0.840                     | N° 20     | 10.9                | 3.0%       | 3.8%   | 96.2%  |                              |
| 0.425                     | N° 40     | 30.5                | 8.4%       | 12.2%  | 87.8%  |                              |
| 0.250                     | N° 60     | 45.7                | 12.5%      | 24.7%  | 75.3%  |                              |
| 0.150                     | N° 100    | 33.1                | 9.1%       | 33.8%  | 66.2%  |                              |
| 0.075                     | N° 200    | 49.8                | 13.7%      | 47.5%  | 52.5%  | Finos                        |
|                           | <N° 200   | 192.0               | 52.5%      | 100.0% | 0.0%   |                              |
| Peso final de la muestra: |           | 364.6               | 100.0%     |        |        |                              |

Fuente: Propia.

Finalmente se trazó la curva de distribución granulométrica usando la herramienta de office Microsoft Excel.



*Figura 18.* Gráfica de la Curva de Distribución Granulométrica.

#### 4.2.1.2. Resultados

Observando el registro de datos del ensayo, se observa que el 47.5% se encuentra retenida entre los tamices N° 10 y N° 200 (2000 a 0.075 mm.), partículas que por su tamaño las denominamos como arena; mientras que el 52.5% son finos ya que estas pasaron el tamiz N° 200 (partículas inferiores a 0.075 mm.) correspondiendo

a limos y arcillas. Por lo tanto, podemos indicar en primera instancia, que se trata de arena con contenido de arcilla y/o limo.

#### 4.2.2. Ensayo de Limite de Consistencia

Para determinar los límites de consistencia seguimos las pautas indicadas en la Norma ASTM D-4318 (Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils).

Se tomó una muestra de 80 gr. aproximadamente, pasante en el tamiz N° 40, al laboratorio Material Testing Laboratory.

##### 4.2.2.1. Procedimiento:

###### a. Determinación del Limite Liquido

Utilizamos 3 tarros debidamente identificados (con números) y se los peso.

A la muestra que pasa el tamiz N° 40 (80 gr. aprox.) se le adicionó agua con una pipeta y mezclamos hasta que obtuvimos una masa homogénea y pegajosa.

Cogimos una porción y colocamos en la copa de Casagrande, hicimos la ranura en el medio y le dimos 33, 24 y 17 golpes (3 muestras), cantidad de golpes que se aplicó para lograr unir el suelo en la copa.

Se registro el peso de cada una de las muestras (suelo húmedo) y colocamos los tarros en el horno a 110°C por 24 horas.

Se registro el peso del suelo seco y se procedió a calcular el porcentaje de humedad de cada una de las muestras según consta en la tabla siguiente:

**Tabla 10.** *Tabla de registro de datos del ensayo Limite Liquido.*

| LIMITE LIQUIDO                        |        |                              |       |       |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|-------|
| DESCRIPCION                           | UNIDAD | MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 40 |       |       |
| N° de Recipiente                      |        | 9                            | 2     | 5     |
| N° De Golpes                          |        | 33                           | 24    | 17    |
| Peso de Recipiente                    | gr.    | 5.84                         | 5.96  | 6.05  |
| Peso Recipiente + Suelo Húmedo        | gr.    | 25.81                        | 26.35 | 25.71 |
| Ingresa al horno a 110°C por 24 horas |        |                              |       |       |
| Peso Recipiente + Suelo Seco          | gr.    | 21.7                         | 20.51 | 19.72 |
| Peso del agua                         | gr.    | 4.11                         | 5.84  | 5.99  |
| Peso del Suelo Seco                   | gr.    | 15.86                        | 14.55 | 13.67 |
| Contenido de Humedad (%)              | %      | 25.91                        | 28.47 | 30.38 |

Fuente: Propia.



Con los tres datos (puntos) realizamos la gráfica considerando el número de golpes y el porcentaje de humedad. En seguida se trazó una recta vertical perpendicular al eje de las abscisas en 25 golpes y en el punto de intersección con la recta que representa los tres puntos, se trazó una recta horizontal perpendicular al eje de las ordenadas, ese punto representa el Limite Liquido del suelo el cual es 28% como se muestra a continuación:

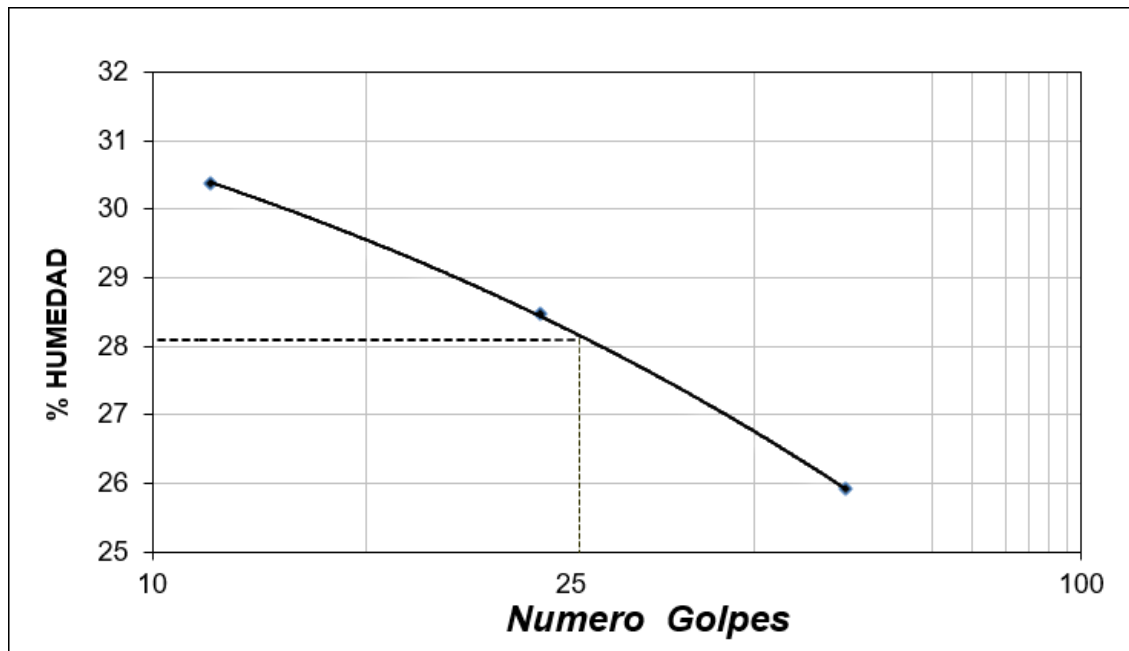


Figura 19. Gráfica de Limite Liquido.

b. Determinación del Limite Plástico.

Utilizamos 2 tarros debidamente identificados (con números) y se los peso.

Se tomo aproximadamente 40 gr. de la muestra preparada para el ensayo de Limite Liquido, del mismo modo se le adiciono agua con una pipeta, y amasamos hasta obtener una mezcla homogénea y pegajosa.

Elaboramos 2 cilindros o rollitos de 1/8" de espesor (4 mm. aproximadamente).

Cuando se quebraba el rollito se colocaba en los tarritos y se los pesaba.

Se registro el peso de cada una de las muestras (suelo húmedo) y colocamos los tarros en el horno a 110°C por 24 horas.

Se registro el peso del suelo seco y se procedió a calcular el porcentaje de humedad de cada una de las muestras según consta en la tabla siguiente:

**Tabla 11.** Tabla de registro de datos del ensayo Limite Plástico.

| <b>LIMITE PLASTICO</b>                |               |                                     |       |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------------------|-------|
| <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>UNIDAD</b> | <b>MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 40</b> |       |
| N° de Recipiente                      |               | D2                                  | D1    |
| Peso de Recipiente                    | gr.           | 3.26                                | 3.28  |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo        | gr.           | 11.15                               | 11.34 |
| Ingresa al horno a 110°C por 24 horas |               |                                     |       |
| Peso Recipiente + Suelo Seco          | gr.           | 9.68                                | 9.25  |
| Peso del agua                         | gr.           | 1.47                                | 2.09  |
| Peso del Suelo Seco                   | gr.           | 6.42                                | 5.97  |
| Contenido de Humedad (%)              | %             | 22.9                                | 22.59 |

Fuente: Propia.

El límite plástico se calculó hallando el promedio de los dos resultados, obteniendo Limite Plástico el cual es 23%.

c. Determinación del Índice Plástico

El Índice Plástico se calculó hallando la diferencia entre el Limite Liquido y Limite Plástico.

|             |                |
|-------------|----------------|
| <b>IP =</b> | <b>LL - LP</b> |
| IP =        | 28% - 23%      |
| IP =        | 5%             |

| <b>GRADO DE PLASTICIDAD DEL SUELO (SOWERS, 1979)</b> |                      |
|--|----------------------|
| <b>IP</b>  | <b>Descripción</b>   |
| 0 – 3  | No Plástico          |
| 3 – 15   | Ligeramente Plástico |
| 15 - 30  | Baja Plasticidad     |
| > 30   | Alta Plasticidad     |

*Figura 20.* Grado de plasticidad según el IP.

#### 4.2.2.2. Resultados

- a. De acuerdo al resultado obtenido en el ensayo de Limite Liquido (28%) y según Casagrande, se pudo calificar a la muestra como un suelo Ligeramente Plástico, puesto que el Limite Liquido es inferior al 50%.
- b. Se determinó el índice de plasticidad de la muestra (5%), al restar el LL y LP, que de acuerdo al grado de plasticidad del suelo propuesto por Sowers (1979), se trataría de un suelo Ligeramente Plástico, corroborando la primera información obtenida con la gráfica de Limite Líquido.
- c. Los ensayos realizados hasta el momento, sirvieron para la clasificación del suelo con el sistema SUCS y el método AASHTO.

#### 4.2.3. Contenido de Humedad

##### 4.2.3.1. Procedimiento

Se obtuvo una muestra de tierra y se realizó el cuarteo del material, que consistió en partir en cuatro partes.

Separamos una porción de tierra en un recipiente, y anotamos sus pesos (la del recipiente y con contenido de tierra).

Se dejó secar en el horno a 110°C por 16 horas.

Transcurrido el tiempo, pesamos nuevamente obteniendo el peso seco.

Se realizaron los siguientes cálculos y obtuvimos el porcentaje de contenido de humedad.

**Tabla 12.** *Tabla de registro de datos del ensayo de Contenido de Humedad.*

| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>           |     |       |
|---------------------------------------|-----|-------|
| N° de Recipiente                      |     | A2    |
| Peso de Recipiente                    | gr. | 214.8 |
| Peso Recipiente + Suelo Húmedo        | gr. | 605.2 |
| Ingresa al horno a 110°C por 16 horas |     |       |
| Peso Recipiente + Suelo Seco          | gr. | 579.4 |
| Peso del agua                         | gr. | 25.8  |
| Peso del Suelo Seco                   | gr. | 364.6 |
| Contenido de Humedad (%)              | %   | 7     |

Fuente: Propia.

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco}} \times 100$$

$$W = \frac{25.8}{364.6} \times 100$$

$$W = 7\% \text{ Contenido de Húmedad}$$

#### 4.2.3.2. Resultados

El contenido de humedad de nuestra muestra es de 7%. Los suelos con menor contenido de humedad son de gran utilidad para la construcción.

#### 4.2.4. Clasificación del Suelo

##### 4.2.4.1. Sistema Unificado de Clasificación del suelo (SUCS)

##### 4.2.4.1.1. Procedimiento

Del ensayo de análisis de granulometría, se observó que al 52.5% fue el porcentaje que pasó el tamiz N° 200, al ser superior a 50% inferimos que se trata de un suelo fino.

**Tabla 13.** Registro del análisis granulométrico analizando los tamices N° 4 y N° 200.

| Tamiz o Malla             |           | Peso Retenido (gr.) | % Retenido |        | %Pasa  |
|---------------------------|-----------|---------------------|------------|--------|--------|
| Diametro - mm.            | N° (ASTM) |                     | Parcial    | Total  | %Pasa  |
| 9.500                     | 3/8"      | 0.0                 | 0.0%       | 0.0%   | 100.0% |
| 4.750                     | N° 4      | 0.0                 | 0.0%       | 0.0%   | 100.0% |
| 2.000                     | N° 10     | 3.1                 | 0.9%       | 0.9%   | 99.1%  |
| 0.840                     | N° 20     | 10.9                | 3.0%       | 3.8%   | 96.2%  |
| 0.425                     | N° 40     | 30.5                | 8.4%       | 12.2%  | 87.8%  |
| 0.250                     | N° 60     | 45.7                | 12.5%      | 24.7%  | 75.3%  |
| 0.150                     | N° 100    | 33.1                | 9.1%       | 33.8%  | 66.2%  |
| 0.075                     | N° 200    | 49.8                | 13.7%      | 47.5%  | 52.5%  |
|                           | <N° 200   | 192.0               | 52.5%      | 100.0% | 0.0%   |
| Peso final de la muestra: |           | 364.6               | 100.0%     |        |        |

Fuente: Propia.

En seguida nos fijamos en el porcentaje que pasa por el tamiz N° 4 siendo 100.0%, al ser mayor al 50%, determinamos que se trata de arena.

Nuevamente evaluamos el tamiz N° 200 para determinar a qué clase de finos corresponde. La cantidad de finos (52.5%) fue mayor a 12%, en tal sentido evaluamos, mediante la carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D2487), los Límites de consistencia, específicamente el Índice de Plasticidad y el Límite Líquido.

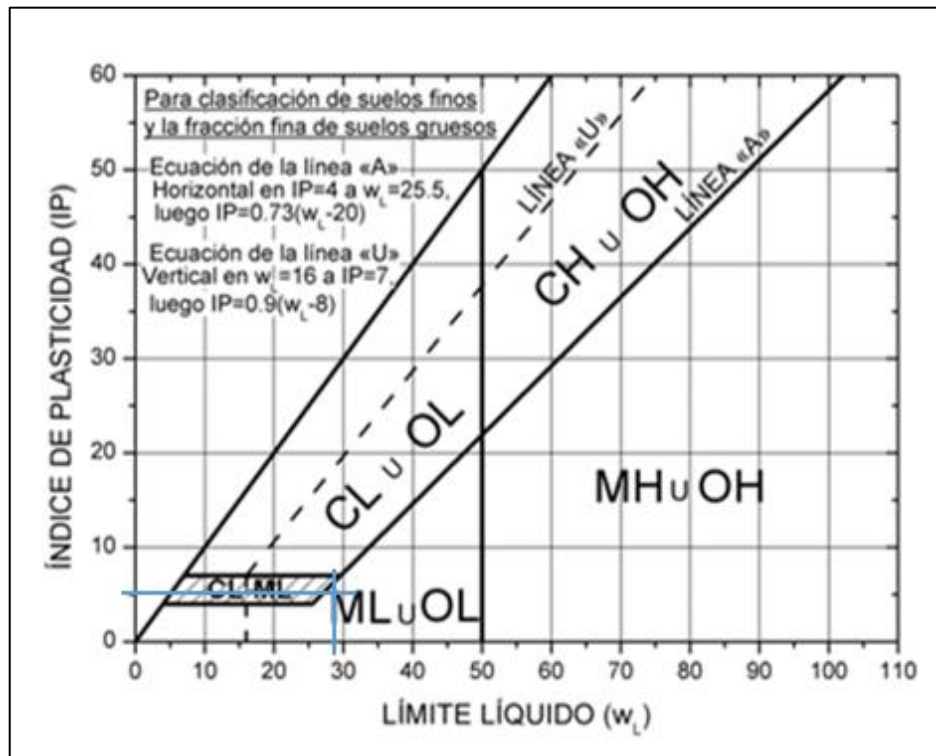


Figura 21. Gráfica de la relación Límite Líquido e Índice de Plasticidad en la carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D2487).

#### 4.2.4.1.2. Resultados

- De acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos, se denominó que se trata de "Arena con Limo" de baja plasticidad.

#### 4.2.4.2. Clasificación del suelo según el método AASHTO

##### 4.2.4.2.1. Procedimiento

Para la clasificación de suelos según el método AASHTO, evaluamos el porcentaje que paso por el tamiz N° 10, N° 40 y N° 200.

**Tabla 14.** Registro del análisis granulométrico analizando los tamices N° 10, N° 40 y N° 200.

| Tamiz o Malla             |           | Peso Retenido (gr.) | % Retenido |        | %Pasa  |
|---------------------------|-----------|---------------------|------------|--------|--------|
| Diametro - mm.            | N° (ASTM) |                     | Parcial    | Total  | %Pasa  |
| 9.500                     | 3/8"      | 0.0                 | 0.0%       | 0.0%   | 100.0% |
| 4.750                     | N° 4      | 0.0                 | 0.0%       | 0.0%   | 100.0% |
| 2.000                     | N° 10     | 3.1                 | 0.9%       | 0.9%   | 99.1%  |
| 0.840                     | N° 20     | 10.9                | 3.0%       | 3.8%   | 96.2%  |
| 0.425                     | N° 40     | 30.5                | 8.4%       | 12.2%  | 87.8%  |
| 0.250                     | N° 60     | 45.7                | 12.5%      | 24.7%  | 75.3%  |
| 0.150                     | N° 100    | 33.1                | 9.1%       | 33.8%  | 66.2%  |
| 0.075                     | N° 200    | 49.8                | 13.7%      | 47.5%  | 52.5%  |
|                           | <N° 200   | 192.0               | 52.5%      | 100.0% | 0.0%   |
| Peso final de la muestra: |           | 364.6               | 100.0%     |        |        |

Fuente: Propia.

Se determino el tipo de suelo mediante el método de AASHTO en la matriz siguiente:

| Clasificación general               | Materiales granulares<br>(35% o menos pasa el tamiz #200) |         |                  |                              |         |         |         | Materiales limoarcillosos<br>(más de 35% pasa el tamiz #200) |         |                   |                       |
|-------------------------------------|---|---------|------------------|------------------------------|---------|---------|---------|--|---------|-------------------|-----------------------|
|                                     | A-1   |         | A-3 <sup>a</sup> | A-2                          |         |         |         | A-4  | A-5     | A-6               | A-7<br>A-7-5<br>A-7-6 |
|                                     | A-1-a   | A-1-b   |                  | A-2-4                        | A-2-5   | A-2-6   | A-2-7   |  |         |                   |                       |
| Tamizado, % que pasa                |   |         |                  |                              |         |         |         |  |         |                   |                       |
| No. 10<br>(2.00mm)                  | 50 máx.   | ...     | ...              | ...                          | ...     | ...     | ...     | ...  | ...     | ...               | ...                   |
| No. 40<br>(425µm)                   | 30 máx.   | 50 máx. | 51 mín.          | ...                          | ...     | ...     | ...     | ...  | ...     | ...               | ...                   |
| No. 200<br>(75µm)                   | 15 máx.   | 25 máx. | 10 máx.          | 35 máx.                      | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx.  | 36 mín. | 36 mín.           | 36 mín.               |
| Consistencia                        |   |         |                  |                              |         |         |         |  |         |                   |                       |
| Límite líquido                      | ...   | ...     |                  | B                            |         |         |         | 40 máx.  | 41 mín. | 40 máx.           | 41 mín.               |
| Índice de plasticidad               | 6 máx.  | N.P.    |                  | B                            |         |         |         | 10 máx.  | 10 máx. | 11 mín.           | 11 mín. <sup>8</sup>  |
| Tipos de materiales característicos | Cantos, grava y arena                                     |         | Arena fina       | Grava y arena limoarcillosas |         |         |         | Suelos limosos   |         | Suelos arcillosos |                       |
| Calificación                        | Excelente a bueno   |         |                  |                              |         |         |         | Regular a malo   |         |                   |                       |

*Figura 22.* Determinación del tipo de suelo mediante AASHTO.

#### **4.2.4.2.2. Resultados**

- a. Según la clasificación AASHTO, nuestra muestra corresponde al tipo A-4(4) que corresponde a Suelos Limosos.
- b. Se determinó que se trata de Arena con Limo de baja plasticidad, por ende definimos que según la clasificación AASHTO se refiere a una "Arena Limosa".

#### **4.3. Elaboración de los bloques de adobe**

##### **4.3.1. Dimensiones del adobe**

Según lo establecido en la norma técnica E.080 de Diseño y Construcción con tierra reforzada, en el artículo 18 donde indica las dimensiones del adobe, que, para el caso de bloques de adobe de forma rectangulares, se tiene que tener en consideración que la medida de largo debe ser dos veces el ancho y el alto debe estar entre los valores de 8 a 12 centímetros.

Por ende, nuestros bloques de adobe se elaboraron en moldes cuyas dimensiones fueron 10 cm. de alto, 15 cm de ancho y 30 cm. de largo.



*Figura 23.* Molde de 30 x 15 x 10 cm, para la elaboración de las unidades de adobe.

##### **4.3.2. Reproducción de los bloques de adobe**

Se elaboraron las 64 unidades conforme lo indicado en nuestra muestra, y se hizo secar durante el tiempo de 28 días, protegidas del sol y del viento.





*Figura 24.* Los bloques de adobe en reposo por 28 días.

#### **4.4. Características de resistencia**

##### **4.4.1. Ensayo de resistencia a compresión del adobe**

El ensayo de resistencia a compresión se elaboró el 10/06/2020 en el laboratorio Material Testing Laboratory, siguiendo el procedimiento contenido en la Norma técnica E.080 “Diseño y construcción con tierra reforzada”, obteniendo los resultados siguientes



*Figura 25.* Ensayo de resistencia a compresión.



**Tabla 15.** Registro de datos del ensayo a compresión en adobe patrón.

| ENSAYO DE COMPRESIÓN EN ADOBE PATRÓN (SIN DOSIFICACIÓN) |        |            |            |                         |            |  |                                |
|---|--------|------------|------------|-------------------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN  |        | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1   | PATRÓN | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1368       | 14.0   | 14.2                           |
| 2   | PATRÓN | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1351       | 13.8   |                                |
| 3   | PATRÓN | 9.9        | 9.8        | 97                      | 1407       | 14.5   |                                |
| 4   | PATRÓN | 9.8        | 9.9        | 97                      | 1396       | 14.4   |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 16.** Registro de datos del ensayo a compresión en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco.

| ENSAYO DE COMPRESIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 0.5% DE FIBRA DE COCO |                            |            |            |                         |            |  |                                |
|--|----------------------------|------------|------------|-------------------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN   |                            | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1361       | 13.9   | 13.6                           |
| 2  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1324       | 13.5   |                                |
| 3  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1314       | 13.4   |                                |
| 4  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1336       | 13.6   |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 17.** Registro de datos del ensayo a compresión en adobe con dosificación de 1.0% de fibra de coco.

| ENSAYO DE COMPRESIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 1% DE FIBRA DE COCO |                            |            |            |                         |            |  |                                |
|--|----------------------------|------------|------------|-------------------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN   |                            | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1230       | 12.5   | 12.7                           |
| 2  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 9.9        | 9.8        | 97                      | 1195       | 12.3   |                                |
| 3  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1307       | 13.3   |                                |
| 4  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1253       | 12.8   |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 18.** Registro de datos del ensayo a compresión en adobe con dosificación de 2.0% de fibra de coco.

| ENSAYO DE COMPRESIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 2% DE FIBRA DE COCO |                            |            |            |                         |            |  |                                |
|--|----------------------------|------------|------------|-------------------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN   |                            | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1106       | 11.3   | 11.3                           |
| 2  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1050       | 10.7   |                                |
| 3  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 9.9        | 9.9        | 98                      | 1152       | 11.8   |                                |
| 4  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 9.8        | 9.9        | 97                      | 1135       | 11.7   |                                |

Fuente: Propia.

## Resumen

**Tabla 19.** Cuadro comparativo del ensayo de resistencia a compresión en los adobes sin y con dosificaciones.

| MUESTRAS                   | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------|--|
| ADOBE PATRÓN               | 14.2   |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 13.6   |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 12.7   |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 11.3   |

Fuente: Propia.

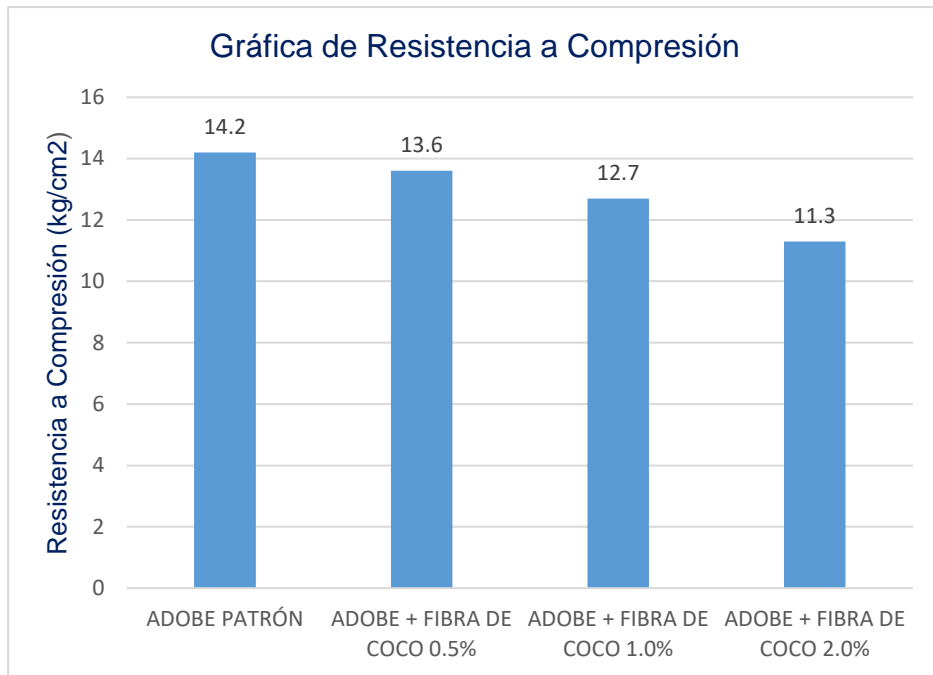


Figura 26. Gráfica de los resultados de Resistencia a Compresión.

#### Resultados

- a. La norma E.080 indica que para el cálculo de la resistencia se debe considerar el promedio de los cuatro mejores resultados, para así obteniendo un resultado objetivo.
- b. De la muestra patrón se obtuvo una resistencia a compresión de 14.2 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una resistencia de 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 12.7 kg/cm<sup>2</sup> y 11.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- c. El adobe dosificado con 0.5% de fibra de coco, no se observó una mejora, más bien se redujo su resistencia en 4.22% en comparación al adobe patrón, sin embargo, los adobes dosificados con 1.0% y 2.0% de fibra de coco muestran una reducción significativa de 10.56% y 20.42% respectivamente. Por lo que se demuestra que, a mayor dosificación de fibra de coco, se reduce la resistencia a compresión, en comparación al adobe patrón.
- d. Cabe recalcar que todas las muestras superan la resistencia mínima exigida en la Norma E.080 de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.2. Ensayo de resistencia a tracción del adobe

El ensayo de resistencia a tracción se elaboró el 10/06/2020 en el laboratorio Material Testing Laboratory, siguiendo el procedimiento contenido en la Norma

técnica E.080 “Diseño y construcción con tierra reforzada”, obteniendo los resultados siguientes



Figura 27. Ensayo de resistencia a tracción.

Tabla 20. Registro de datos del ensayo a tracción en adobe patrón.

| ENSAYO DE TRACCIÓN EN ADOBE PATRÓN (SIN DOSIFICACIÓN) |        |             |             |               |            |  |                                |
|---|--------|-------------|-------------|---------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN  |        | EDAD (días) | ALTURA (cm) | DIAMETRO (cm) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1   | PATRÓN | 28          | 19.0        | 9.8           | 548.0      | 1.87   | <b>1.86</b>                    |
| 2   | PATRÓN | 28          | 19.2        | 9.9           | 569.0      | 1.91   |                                |
| 3   | PATRÓN | 28          | 19.1        | 9.9           | 538.0      | 1.81   |                                |
| 4   | PATRÓN | 28          | 19.2        | 9.8           | 547.0      | 1.85   |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 21.** Registro de datos del ensayo a tracción en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco.

| ENSAYO DE TRACCIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 0.5% DE FIBRA DE COCO |                            |             |             |               |            |  |                                |
|--|----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN   |                            | EDAD (días) | ALTURA (cm) | DIAMETRO (cm) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 28          | 19.3        | 9.9           | 687.0      | 2.29   | 2.33                           |
| 2  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 28          | 19.1        | 9.8           | 682.0      | 2.32   |                                |
| 3  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 28          | 19.2        | 9.9           | 710.0      | 2.38   |                                |
| 4  | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 28          | 19.1        | 9.9           | 694.0      | 2.34   |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 22.** Registro de datos del ensayo a tracción en adobe con dosificación de 1.0% de fibra de coco.

| ENSAYO DE TRACCIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 1.0% DE FIBRA DE COCO |                            |             |             |               |            |  |                                |
|--|----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN   |                            | EDAD (días) | ALTURA (cm) | DIAMETRO (cm) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 28          | 19.3        | 9.9           | 785.0      | 2.62   | 2.67                           |
| 2  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 28          | 19.1        | 9.8           | 769.0      | 2.62   |                                |
| 3  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 28          | 19.2        | 9.9           | 803.0      | 2.69   |                                |
| 4  | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 28          | 19.1        | 9.9           | 816.0      | 2.75   |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 23.** Registro de datos del ensayo a tracción en adobe con dosificación de 2.0% de fibra de coco.

| ENSAYO DE TRACCIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 2.0% DE FIBRA DE COCO |                            |             |             |               |            |  |                                |
|--|----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------|--|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN   |                            | EDAD (días) | ALTURA (cm) | DIAMETRO (cm) | CARGA (kg) | RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 28          | 19.2        | 9.9           | 1007.0     | 3.37   | 3.36                           |
| 2  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 28          | 19.2        | 9.9           | 1016.0     | 3.40   |                                |
| 3  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 28          | 19.2        | 9.9           | 982.0      | 3.29   |                                |
| 4  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 28          | 19.1        | 9.9           | 1001.0     | 3.37   |                                |

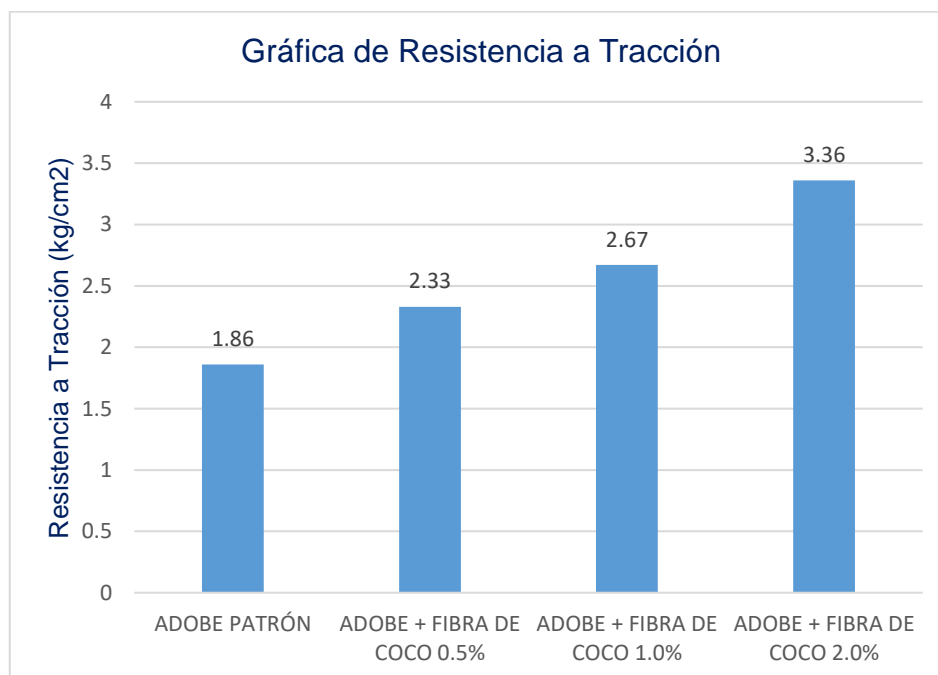
Fuente: Propia.

## Resumen

**Tabla 24.** Cuadro comparativo del ensayo de resistencia a tracción en los adobes sin y con dosificaciones.

| MUESTRAS                   | RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------|--|
| ADOBE PATRÓN               | 1.86   |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 2.33   |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 2.67   |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 3.36   |

Fuente: Propia.



*Figura 28.* Gráfica de los resultados de Resistencia a Tracción.

## Resultados

- La norma E.080 indica que para el cálculo de la resistencia se debe considerar el promedio de los cuatro mejores resultados, para así obteniendo un resultado objetivo.

- b. De la muestra patrón se obtuvo una resistencia a tracción de 1.86 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una resistencia de 2.33 kg/cm<sup>2</sup>, 2.67 kg/cm<sup>2</sup> y 3.36 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- c. El adobe dosificado con 0.5% de fibra de coco, se observó un incremento en su resistencia en 25.26% en comparación al adobe patrón, sin embargo, los adobes dosificados con 1.0% y 2.0% de fibra de coco muestran un incremento significativo de 43.54% y 80.64% respectivamente. Por lo que se demuestra que, a mayor dosificación de fibra de coco, mejora la resistencia a tracción, en comparación al adobe patrón.
- d. Cabe recalcar que todas las muestras superan la resistencia mínima exigida en la Norma E.080 de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.3. Ensayo de resistencia a flexión del adobe

El ensayo de resistencia a flexión se elaboró el 10/06/2020 en el laboratorio Material Testing Laboratory, siguiendo el procedimiento contenido en la Norma técnica E.080 "Diseño y construcción con tierra reforzada", obteniendo los resultados siguientes



Figura 29. Ensayo de resistencia a flexión.

**Tabla 25.** Registro de datos del ensayo a flexión en adobe patrón.

| ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBE PATRÓN (SIN DOSIFICACIÓN) |        |                             |            |             |            |   |                                |
|--|--------|-----------------------------|------------|-------------|------------|---|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN                                       |        | DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm) | LARGO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA (kg) | MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | PATRÓN | 24.9                        | 29.90      | 8.00        | 239.0      | 4.7                                     | 4.6                            |
| 2  | PATRÓN | 24.9                        | 29.90      | 8.00        | 244.0      | 4.8                                     |                                |
| 3  | PATRÓN | 24.9                        | 29.90      | 8.10        | 228.0      | 4.3                                     |                                |
| 4  | PATRÓN | 24.8                        | 29.80      | 7.90        | 237.0      | 4.7                                     |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 26.** Registro de datos del ensayo a flexión en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco.

| ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 0.5% DE FIBRA DE COCO |                            |                             |            |             |            |   |                                |
|---|----------------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------|---|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN  |                            | DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm) | LARGO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA (kg) | MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 24.9                        | 29.90      | 8.10        | 251.0      | 4.8                                     | 4.7                            |
| 2   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 24.9                        | 29.90      | 8.00        | 246.0      | 4.8                                     |                                |
| 3   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 24.9                        | 29.90      | 8.00        | 239.0      | 4.7                                     |                                |
| 4   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 24.8                        | 29.80      | 8.10        | 247.0      | 4.7                                     |                                |

Fuente: Propia.

**Tabla 27.** Registro de datos del ensayo a flexión en adobe con dosificación de 1.0% de fibra de coco.

| ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 1.0% DE FIBRA DE COCO |                            |                             |            |             |            |   |                                |
|---|----------------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------|---|--------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN  |                            | DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm) | LARGO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA (kg) | MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 24.9                        | 29.90      | 8.10        | 263.0      | 5.0                                     | 4.9                            |
| 2   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 24.8                        | 29.80      | 8.00        | 255.0      | 5.0                                     |                                |
| 3   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 24.9                        | 29.90      | 8.10        | 261.0      | 5.0                                     |                                |
| 4   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 24.9                        | 29.90      | 8.10        | 254.0      | 4.8                                     |                                |

Fuente: Propia.



**Tabla 28.** Registro de datos del ensayo a flexión en adobe con dosificación de 2.0% de fibra de coco.

| <b>ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 2.0% DE FIBRA DE COCO</b> |                            |                                    |                   |                    |                   |  |                                     |
|--|----------------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--|-------------------------------------|
| <b>IDENTIFICACIÓN</b>  |                            | <b>DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)</b> | <b>LARGO (cm)</b> | <b>ALTURA (cm)</b> | <b>CARGA (kg)</b> | <b>MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
| 1  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 24.9                               | 29.90             | 8.10               | 254.0             | 4.8  | <b>5.0</b>                          |
| 2  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 24.0                               | 29.00             | 8.00               | 262.0             | 5.1  |                                     |
| 3  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 24.8                               | 29.80             | 8.00               | 259.0             | 5.1  |                                     |
| 4  | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 24.8                               | 29.80             | 8.10               | 258.0             | 4.9  |                                     |

Fuente: Propia.

#### Resumen

**Tabla 29.** Cuadro comparativo del ensayo de resistencia a flexión en los adobes sin y con dosificaciones.

| <b>MUESTRAS</b>            | <b>RESISTENCIA A FLEXIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|----------------------------|--|
| ADOBE PATRÓN               | 4.6  |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 4.7  |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 4.9  |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 5.0  |

Fuente: Propia.

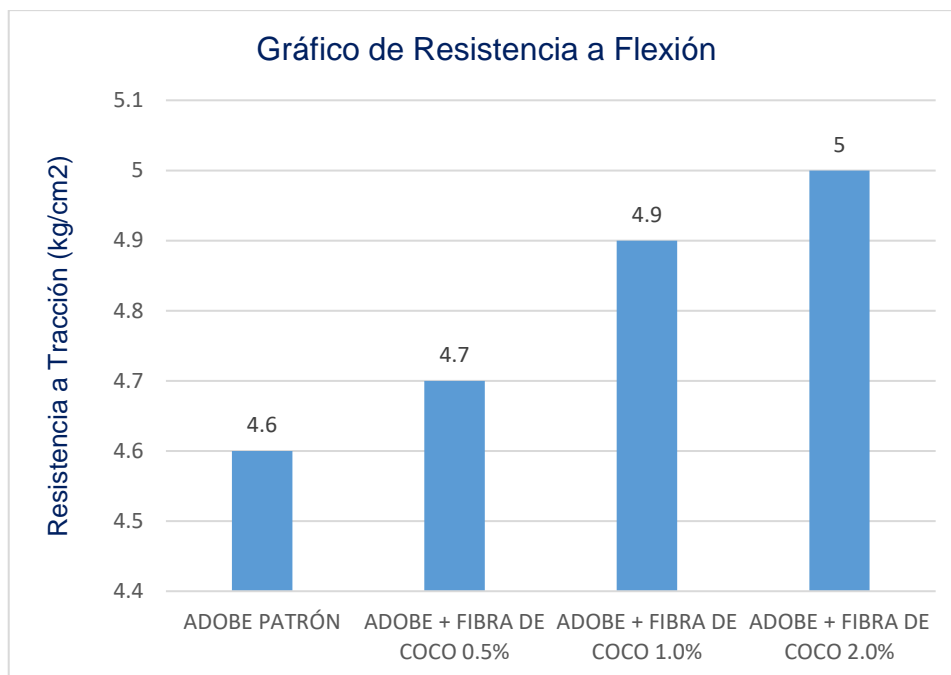


Figura 30. Gráfica de los resultados de Resistencia a Flexión.

## Resultados

- a. La norma E.080 indica que para el cálculo de la resistencia se debe considerar el promedio de los cuatro mejores resultados, para así obteniendo un resultado objetivo.
- b. De la muestra patrón se obtuvo una resistencia a flexión de 4.6. kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una resistencia de 4.7 kg/cm<sup>2</sup>, 4.9 kg/cm<sup>2</sup> y 5.0 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- c. La unidad de adobe dosificado con 0.5% de fibra de coco, se observó un incremento en su resistencia en 2.17% en comparación al adobe patrón, sin embargo, los adobes dosificados con 1.0% y 2.0% de fibra de coco muestran un incremento significativo de 6.52% y 8.69% respectivamente. Por lo que se demuestra que, a mayor dosificación de fibra de coco, mejora la resistencia a flexión, en comparación al adobe patrón.
- d. Cabe recalcar que todas las muestras superan la resistencia mínima exigida en la Norma E.080 de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.4. Ensayo de absorción al agua en el adobe

El ensayo de absorción al agua se realizó el 10/06/2020 en el laboratorio Material Testing Laboratory, siguiendo el procedimiento, se sumergen las unidades de adobe en una fuente con agua, durante un día (24 horas), estas muestras son sometidas al pesado antes y después para registrar su estado de saturación, obteniendo los resultados siguientes.

**Tabla 30.** Registro de datos del ensayo de absorción en adobe patrón.

| ENSAYO DE ABSORCIÓN EN ADOBE PATRÓN (SIN DOSIFICACIÓN) |        |               |              |                   |               |              |
|--|--------|---------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|
| IDENTIFICACIÓN   |        | PESO SECO (g) | EDAD (horas) | PESO SATURADO (g) | ABSORCIÓN (%) | PROMEDIO (%) |
| 1  | PATRÓN | 5634          | 24           | 6959              | 23.52         | <b>22.59</b> |
| 2  | PATRÓN | 5671          | 24           | 6982              | 23.12         |              |
| 3  | PATRÓN | 5684          | 24           | 6892              | 21.25         |              |
| 4  | PATRÓN | 5629          | 24           | 6895              | 22.49         |              |

Fuente: Propia.

**Tabla 31.** Registro de datos del ensayo de absorción en adobe con dosificación de 0.5% de fibra de coco.

| ENSAYO DE ABSORCIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 0.5% DE FIBRA DE COCO |                            |               |              |                   |               |              |
|---|----------------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|
| IDENTIFICACIÓN  |                            | PESO SECO (g) | EDAD (horas) | PESO SATURADO (g) | ABSORCIÓN (%) | PROMEDIO (%) |
| 1   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 5569          | 24           | 6852              | 23.04         | <b>23.01</b> |
| 2   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 5605          | 24           | 6885              | 22.84         |              |
| 3   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 5587          | 24           | 6889              | 23.30         |              |
| 4   | ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 5574          | 24           | 6849              | 22.87         |              |

Fuente: Propia.

**Tabla 32.** Registro de datos del ensayo de absorción en adobe con dosificación de 1.0% de fibra de coco.

| ENSAYO DE ABSORCIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 1.0% DE FIBRA DE COCO |                            |               |              |                   |               |              |
|---|----------------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|
| IDENTIFICACIÓN  |                            | PESO SECO (g) | EDAD (horas) | PESO SATURADO (g) | ABSORCIÓN (%) | PROMEDIO (%) |
| 1   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 5614          | 24           | 6934              | 23.51         | <b>23.84</b> |
| 2   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 5573          | 24           | 6917              | 24.12         |              |
| 3   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 5591          | 24           | 6912              | 23.63         |              |
| 4   | ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 5582          | 24           | 6927              | 24.10         |              |

Fuente: Propia.

**Tabla 33.** Registro de datos del ensayo de absorción en adobe con dosificación de 2.0% de fibra de coco.

| ENSAYO DE ABSORCIÓN EN ADOBE DOSIFICADO CON 2.0% DE FIBRA DE COCO |                            |               |              |                   |               |              |
|---|----------------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|
| IDENTIFICACIÓN  |                            | PESO SECO (g) | EDAD (horas) | PESO SATURADO (g) | ABSORCIÓN (%) | PROMEDIO (%) |
| 1   | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 5648          | 24           | 7051              | 24.84         | <b>24.68</b> |
| 2   | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 5576          | 24           | 6954              | 24.71         |              |
| 3   | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 5625          | 24           | 6981              | 24.11         |              |
| 4   | ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 5576          | 24           | 6974              | 25.07         |              |

Fuente: Propia.

## Resumen

**Tabla 34.** Cuadro comparativo del ensayo de absorción al agua en los adobes sin y con dosificaciones.

| MUESTRAS                   | SATURACIÓN (%) |
|----------------------------|----------------|
| ADOBE PATRÓN               | 22.59          |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% | 23.01          |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% | 23.84          |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% | 24.68          |

Fuente: Propia.

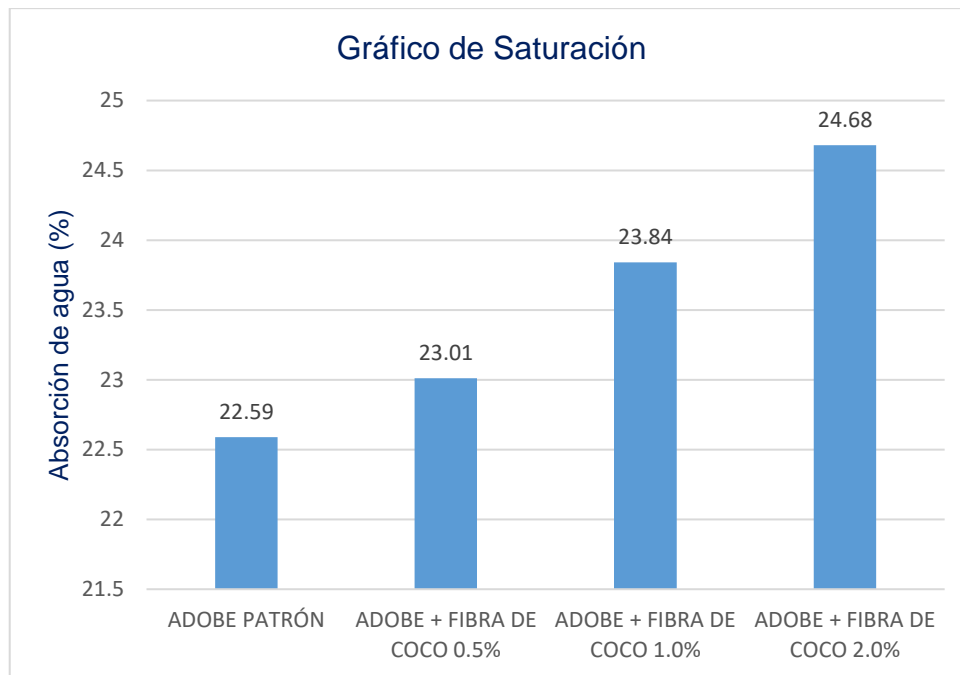


Figura 31. Gráfica de los resultados de absorción al agua.

## Resultados

- a. El cálculo para determinar el ensayo de absorción al agua se consideró el promedio de los cuatro mejores resultados, de los adobes con y sin dosificación sumergidos durante 24 horas para así obteniendo un resultado objetivo.
- b. De la muestra patrón se obtuvo una saturación de 22.59%, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una saturación de 23.01%, 23.84% y 24.68% respectivamente.
- c. Los resultados obtenidos en los adobes con o sin dosificaciones no tuvieron una mejora al porcentaje ideal de saturación.
- d. Cabe recalcar que todos los resultados de las muestras se encuentran entre los porcentajes ideal de 22% - 25% correspondiente al valor máximo de saturación de un ladrillo de arcilla de albañilería según la NTP 331.017.

## **V. DISCUSIÓN**

El suelo óptimo para la fabricación de las unidades de adobes fue determinado en base al estudio de mecánica de suelo, de donde se extrajo el material de la ciudad de Huancané, tomando como alusión a los porcentajes óptimos de arena, limos y arcilla que nos indica en la norma técnica E.080 de Adobe “Diseño y construcción con tierra reforzada” del RNE. Los óptimos porcentajes para el “suelo ideal” se muestran a continuación.

**Tabla 35.** *Los óptimos porcentajes para el suelo ideal*

| <b>NORMA E.080 RNE</b>      |           |
|-----------------------------|-----------|
| LIMITE PLASTICO             | < a 20%   |
| LIMITE LÍQUIDO              | 20% - 40% |
| CONTENIDO DE ARCILLA Y LIMO | 25% - 45% |
| CONTENIDO DE ARENA          | 55% - 75% |

Fuente: Propia.

Es de mucha importancia ya que la opción de un suelo optimo, avala la calidad del adobe como unidad. En todos los antecedentes sobre estabilización de adobe, y estimación de las peculiaridades físicas y mecánicas, se puede verificar la búsqueda del suelo excelente.

La fibra de coco, ha sido investigada y ha evidenciado ser una fibra con muy buenas particularidades para ser utilizadas, en otros países, de distintas formas de uso y en diferentes áreas, por lo tanto su uso en la edificación se puede aprovechar por sus características, como también a su vez reducir el impacto ambiental con los desechos que se generan por el consumo y la industrialización de este fruto, las propiedades como la resistencia al corte, al impacto, a los compresiones y flexiones y al alargamiento pueden mejorar las particularidad de otros materiales haciéndolos más resistes mecánicamente, en este caso se hace más resistente a la tracción y a la flexión, siendo un material más flexible lo hace más resistente a los sismos, una de los inconvenientes de la fibra de coco, como se puede apreciar en los resultados de la indagación, es en el caso a la resistencia a compresión que fue desfavorable.

## **Discusión 1**

Nuestros bloques de adobe dosificado con fibra de coco en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 2.0% respecto al peso unitario de la unidad de adobe, disminuyeron desfavorablemente a la resistencia a compresión respecto a la muestra patrón, pero a su vez cumpliendo la resistencia mínima establecida en la Norma E.080, la muestra patrón se obtuvo una resistencia a compresión de 14.2 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una resistencia de 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 12.7 kg/cm<sup>2</sup> y 11.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, comprobándose que a mayor cantidad de dosificación de fibra de coco los resultados de la muestra serán más desfavorables.

De acuerdo a la investigación elaborada por Alayo (2017), encontraron resultados positivos en la resistencia a la compresión, llegando a una resistencia de 43.11 kg/cm<sup>2</sup> en compresión en la muestra patrón; y para 0.1 y 0.50% de yute fueron 47.79 kg/cm<sup>2</sup> y 54.81 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Al dosificar el adobe con fibra de yute. Consideramos que resulta importante la elección de la fibra ya que el objetivo es mejorar las partículas físicas y mecánicas de la unidad de adobe, comprobándose que a mayor cantidad de dosificación de fibra de yute los resultados de la muestra serán más favorables.

De acuerdo a la investigación elaborada por Altamirano (2019), encontraron resultados positivos en la resistencia a la compresión, llegando a una resistencia de 13.90 kg/cm<sup>2</sup> en compresión en la muestra patrón; y para 0.40%, 0.80% y 1.20% de ichu fueron 14.28 kg/cm<sup>2</sup>, 14.57 kg/cm<sup>2</sup> y 12.89 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Al dosificar el adobe con ichu, se observó que la adicción de ichu mejora la resistencia a compresión de la unidad hasta el porcentaje de 0.80% ya que posteriormente se nota un decremento en su resistencia, comprobándose que la cantidad de dosificación máxima de ichu se encuentra entre los valores de 0.80% a 1.2% ya que posteriormente los resultados son desfavorables.

## **Discusión 2**

Nuestros bloques de adobe dosificado con fibra de coco en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 2.0% respecto al peso unitario de la unidad de adobe, aumentaron favorablemente a la resistencia a tracción respecto a la muestra patrón, pero a su vez cumpliendo la resistencia mínima establecida en la Norma E.080, la muestra



patrón se obtuvo una resistencia a tracción de 1.86 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una resistencia de 2.33 kg/cm<sup>2</sup>, 2.67 kg/cm<sup>2</sup> y 3.36 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, comprobándose que a mayor dosificación de fibra de coco, los resultados de la muestra serán más favorables.

De acuerdo a la investigación elaborada por Altamirano (2019), encontraron resultados positivos en la resistencia a tracción, llegando a una resistencia de 1.82 kg/cm<sup>2</sup> en tracción en la muestra patrón; y para 0.40%, 0.80% y 1.20% de ichu fueron 1.98 kg/cm<sup>2</sup>, 2.06 kg/cm<sup>2</sup> y 1.76 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Al dosificar el adobe con ichu, se observó que la adicción de ichu mejora la resistencia a tracción de la unidad hasta el porcentaje de 0.80% ya que posteriormente se nota un decremento en su resistencia, comprobándose que la cantidad de dosificación máxima de ichu se encuentra entre los valores de 0.80% a 1.2% ya que posteriormente los resultados son desfavorables.

### **Discusión 3**

Nuestros bloques de adobe dosificado con fibra de coco en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 2.0% respecto al peso unitario de la unidad de adobe, aumentaron favorablemente a la resistencia a flexión respecto a la muestra patrón, pero a su vez cumpliendo la resistencia mínima establecida en la Norma E.080, la muestra patrón se obtuvo una resistencia a flexión de 4.6. kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una resistencia de 4.7 kg/cm<sup>2</sup>, 4.9 kg/cm<sup>2</sup> y 5.0 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, comprobándose que, a mayor dosificación de fibra de coco, los resultados de la muestra serán más favorables.

De acuerdo a la investigación elaborada por Alayo (2017), encontraron resultados positivos en la resistencia a flexión, llegando a una resistencia de 12.02 kg/cm<sup>2</sup> en flexión en la muestra patrón; y para 0.1, 0.50% y 1% de yute fueron 14.27 kg/cm<sup>2</sup> y 19.46 kg/cm<sup>2</sup> y 23.09 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Al dosificar el adobe con fibra de yute. Cumpliendo con el objetivo planteado, mejorando las partículas físicas y mecánicas de la unidad de adobe, comprobándose que a mayor cantidad de dosificación de fibra de yute los resultados de la muestra serán más favorables.

De acuerdo a la investigación elaborada por Altamirano (2019), encontraron resultados positivos en la resistencia a flexión, llegando a una resistencia de 3.60 kg/cm<sup>2</sup> en flexión en la muestra patrón; y para 0.40%, 0.80% y 1.20% de ichu fueron 4.09 kg/cm<sup>2</sup>, 4.50 kg/cm<sup>2</sup> y 5.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Al dosificar el adobe con ichu, se observó que la adicción de ichu mejora la resistencia a flexión, comprobándose que a mayor cantidad de dosificación de fibra de yute los resultados de la muestra serán más favorables.

#### **Discusión 4**

Nuestros bloques de adobe dosificado con fibra de coco en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 2.0% respecto al peso unitario de la unidad de adobe, se mantuvo en los porcentajes ideales que indican en la norma entre el 22% a 25% de saturación, la muestra patrón se obtuvo una saturación de 22.59%, mientras que los adobes dosificados con 0.5%, 1.0% y 2.0% de fibra de coco, alcanzaron una saturación de 23.01%, 23.84% y 24.68% respectivamente, comprobándose que, a mayor dosificación de fibra de coco los resultados de las muestras serán más favorables pero a su vez manteniéndose el rango de porcentaje ideal.

De acuerdo a la investigación elaborada por Mantilla (2018), encontraron resultados favorables proponiendo como agregado de viruta y caucho para las pruebas de inmersión al agua del adobe, logro obtener hasta 12.20% de absorción cuando estabilizo con 5% de caucho y 19.02% de absorción cuando agrego 2% de viruta comprobándose resultados más favorables, a comparación de los resultados de la presente investigación.

De acuerdo a la investigación elaborada por Flores (2019), encontraron resultados desfavorables. Ya que tuvieron una absorción máxima del 100%, desintegrándose al término de 24 horas de sumergida en el agua, con los porcentajes de 10%, 15% y 20% de agregado de gel de sábila, comprobándose que los resultados de las muestras son desfavorables a comparación de la presente investigación.

## **VI. CONCLUSIONES**

## **Conclusión general**

Se ha analizado la dosificación adecuada de fibra de coco para el adobe reforzado con respecto al adobe tradicional, evaluando la resistencia a compresión, tracción, flexión e absorción al agua del adobe dosificado con fibra de coco, concluyendo que al incrementar el porcentaje de fibra de coco, usando como refuerzo natural del adobe, se reduce hasta un 20.42% su resistencia a compresión y mejora hasta un 80.64% y 8.69% su resistencia a tracción y flexión respectivamente (según se muestra en las tablas N° 19, N° 24 y N° 29), en comparación al adobe patrón. Así mismo también obtuvimos los resultados en la prueba de absorción al agua con una saturación de 24.68% alcanzada durante el tiempo de 24 horas, mostrando una mejora del 0% respecto al adobe patrón. (Tabla N° 34).

### **Conclusión específico 1**

Se determino la resistencia a compresión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco. El adobe patrón, tuvo una resistencia a compresión de 14.2 kg/cm<sup>2</sup>, superando el mínimo indicado en la Norma vigente E.080 (10.2 kg/cm<sup>2</sup>); y los adobes dosificados con el 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco, alcanzaron una resistencia a compresión de 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 12.7 kg/cm<sup>2</sup> y 11.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (según se muestra en la tabla N° 19) concluyéndose que, a mayor dosificación de fibra de coco, se reduce la resistencia a compresión, en comparación al adobe patrón.

### **Conclusión específico 2**

Se determino la resistencia a tracción de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco. El adobe patrón, tuvo una resistencia a tracción de 1.86 kg/cm<sup>2</sup>, superando el mínimo indicado en la Norma vigente E.080 (0.81 kg/cm<sup>2</sup>); y los adobes dosificados con el 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco, alcanzaron una resistencia a tracción de 2.33 kg/cm<sup>2</sup>, 2.67 kg/cm<sup>2</sup> y 3.36 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (según se muestra en la tabla N° 24) concluyéndose que, a mayor dosificación de fibra de coco, se incrementa la resistencia a tracción, en comparación al adobe patrón.

### **Conclusión específico 3**

Se determinó la resistencia a flexión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco. El adobe patrón, tuvo una resistencia a flexión de 4.6 kg/cm<sup>2</sup>, superando el mínimo indicado en la Norma vigente E.080 (0.81 kg/cm<sup>2</sup>); y los adobes dosificados con el 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco, alcanzaron una resistencia a flexión de 4.7 kg/cm<sup>2</sup>, 4.9 kg/cm<sup>2</sup> y 5.0 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (según se muestra en la tabla N° 29) concluyéndose que, a mayor dosificación de fibra de coco, se incrementa la resistencia a flexión, en comparación al adobe patrón.

### **Conclusión específico 4**

Se determinó la resistencia a la prueba de absorción al agua de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco. El adobe patrón, tuvo una saturación de 22.59%, siendo el porcentaje máximo de absorción de 22% a 25% según la NTP 331.017 de ladrillos de arcilla para albañilería); y los adobes dosificados con el 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco, alcanzaron una saturación de 23.01%, 23.84% y 24.68% respectivamente (según se muestra en la tabla N° 34) concluyéndose que, a mayor dosificación de fibra de coco, se incrementa el estado de saturación, en comparación al adobe patrón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Desarrollar investigaciones relacionados con la aplicación de la fibra de coco en la formación de nuevos registros de resultados.
2. Estimar la utilidad de las fibras como componente de refuerzo para la industria de construcción de adobe, tomando en cuenta los factores siguientes, la cantidad, la longitud y la distribución.
3. Desarrollar análisis enlazados a la elaboración de unidades de adobes con nuevas fibras vegetales teniendo en contemplación los resultados de las pruebas realizados en el laboratorio.
4. Realizar y verificar la correcta relación tierra, agua y paja ya que es un factor muy importante a tener en cuenta para obtener la resistencia requerida.
5. La fibra de coco es una fibra natural, su uso beneficiario económicamente ya que es el residuo de un fruto, la sierra lugar en donde la colectividad de hogares es realizada de adobe y cuya demanda en algunos casos son escasos. Las fibras vegetales son una elección viable y económica para el refuerzo en adobe.
6. Determinar otros refuerzos nativos según la zona es un buen modo de elaborar ingeniería sostenible y económica.
7. Remojar las fibras extraídas de la estopa de coco por 24 horas, luego dejar escurrir antes de adicionar a la mezcla, para así evitar que, debido a la sequedad de la fibra, estas absorban agua afectando a la trabajabilidad.
8. Se recomienda el uso de moldes de acero, pues el resultado de la superficie de las caras de las unidades resulta sin imperfecciones.
9. Se recomienda el uso de la fibra de coco y la paja entre las dimensiones de 5 cm y 8 cm, para una mayor trabajabilidad al momento de preparar la mezcla.
10. El uso de pisón de madera es recomendable para el apisonado con el fin de compactar uniformemente el molde sin dejar posibles vacíos al momento del vaciado.
11. Se recomienda continuar con la presente investigación, adicionando agregados naturales estabilizantes para mejorar la resistencia a compresión.

## **REFERENCIAS**



ACASTILLO, A. (2014). Eco ladrillos México. (Tesis para optar el título profesional de Arquitecto). México DF, México: Universidad tecnológica de México (unitec) Facultad de Arquitectura 54p.

MEJÍA, Ivan. (2014). Bloque de Adobe Estabilizado y compactado en Cajamarca. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

NTP. 339.078. (22 de diciembre de 1999). Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura. Lima- Perú: Indecopi. Obtenido de <http://ecocosas.com/arq/eladobe/>.

Norma Técnica Peruana E.080. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 7 de abril 2017.

AZNARÁN, Guillermo. Influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del adobe en el distrito de Santa – Ancash – 2018. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Ancash: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: [http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/23738/aznaran\\_mg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/23738/aznaran_mg.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CHAVEZ, Willhome. y QUISPE, José. Evaluación del comportamiento físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del cusco, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4300>

ZAPATA, Verónica. Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina). Tesis (Título de Ingeniera Civil). Piura: Universidad de Piura, 2017 Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI\\_237.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

BLONDET Marcial., VARGAS Julio., TORREALVA Daniel. y RUBIÑOS Álvaro. Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de costo saludables y seguras. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010. Disponible en [http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe\\_Geomesh\\_Manual\\_Spanish\\_Blondet.pdf](http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe_Geomesh_Manual_Spanish_Blondet.pdf)

INCA, Apukintu. Estabilización de adobe con especie de pasto natural en la zona alto andina, Ayacucho – 2016. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Ayacucho:

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2016 Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3182>

TORRES, Roger. Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de adobe en la costa del departamento de Ica. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016 Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2486>

DIAZ, David. Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute, Cajamarca 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018 Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14067>

ALTAMIRANO, Oscar. Incidencia de la fibra vegetal “Paja Ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca. Tesis (Título de Maestro en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019 Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3273>

MAMANI, Roel. Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de chupa – Azángaro. Tesis (Título de Arquitecto). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017 Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5388>

ROMERO, Vanessa, CALLASI, Carlos y CHACON, Víctor. Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017 Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1052>

FLORES, Miguel y PAREDES, José. Mejora de las características físicas y mecánicas del adobe empleando aditivos naturales de la zona – C.P. cambio puente y anexos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ancash: Universidad Nacional del Santa, 2018 Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3178>

VELA, Luis y YOVERA, Rogger. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lambayeque: Universidad Señor de Sipán, 2016 Disponible en: [http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3167/vela\\_requejo\\_luis\\_gustavo.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3167/vela_requejo_luis_gustavo.pdf?sequence=1&isallowed=y)

CHUYA, Eva. y AYALA, María. Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio. (Título de Arquitecto). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018 Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30095/1/trabajo%20de%20titulacion.pdf>

BERMUDO, Javier. Caracterización experimental del comportamiento del adobe frente a cargas de compresión simple. Tesis (Título de Ingeniero Civil). España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla, 2016 Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/52769>

GÓMEZ, Itzel. Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales. (Título de Ingeniero en Diseño). Oaxaca: Universidad Tecnológica de la Mixteca, 2017 Disponible en: [http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/13322.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf)

RODRÍGUEZ, Juan. Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016 Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10482/Bola%C3%B1os%20Rodr%C3%ADguez%20Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Albañilería de tierra cruda - adobe y tapial (2009). Blog de Ángel San Bartolomé. Recuperado el 25 de agosto de 2014, Disponible en: <http://textos.pucp.edu.pe/texto/C18-Adobe-Curso-Albanileria-Estructural>

NTE E.080. (2006). ADOBE. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

RÍOS, Enrique. Efecto de la adición de látex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado. Tesis (Título a Maestría). Oaxaca Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional unidad Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, México, 2010 Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10621/199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ZELADA, Víctor. Estudio sobre diseño sísmico en construcciones de adobe y su incidencia en la reducción de desastres. Perú 2007.

HERNÁNDEZ, Nickolas. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico simple concreto reforzado con fibra (estopa de coco) para fines estructurales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA 2015 Estado de Guerrero, Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/1/AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20ENTRE%20EL%20CONCRETO%20SIMPLE%20Y%20EL%20CONCRETO%20CON%20ADICI%C3%93N%20DE%20FIBRA%20DE%20ACERO%20AL%204%25%20Y.pdf>

BARDALES, C., & SÁNCHEZ, D. (2015). TESIS "Comparación de las propiedades de resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe tradicional y adobe estabilizado y compactado con cemento, yeso, cal y grout". Cajamarca.

BAILON, Emperatriz [et al]. Bloque de suelo estabilizado en pequeño formato y tecnología de colocación en obra de vivienda de interés social. Ingeniería y Desarrollo, 37 (1): 105-127, enero-junio 2019. ISSN: 0122-3461

BESTRATEN, S, HOMÍAS, E. y ALTEMIR, A. Construcción con tierra en el siglo XXI. Informes de la Construcción, 63 (523): 5-20, Julio-septiembre 2011. doi: 10.3989/ic.10.046. ISSN: 0020-0883

BESTRATEN, Sandra HORMÍAS, Emilio. Informes de la construcción N° 523 monográfico la tierra material de construcción, una aproximación contemporánea. Construcción con Tierra. Tecnología y arquitectura [en línea], setiembre 2011 [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2019]. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071850732013000100004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732013000100004). ISBN: 9788469481073

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

BHARATH, B. [et al]. Studies on stabilised adobe blocks. International Journal of Research in Engineering and Technology-IJRET, 3 (6): 259-264, mayo 2014. ISSN: 2321-7308

BOCK-HYENG, Christian [et al]. Mechanical properties of sustainable adobe bricks stabilized with recycled sugarcane fiber waste. *Int. Journal of Engineering Research and Application*, 6 (9):

BOLAÑOS Rodríguez, Juan. Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna. Tesis (Título Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. 162 pp.

CORREA, Andréa [et al]. Evaluation of Mechanical properties of adobe chemically stabilized with synthetic termite saliva. *Key Engineering Materials* [en línea], 600, 150-155, 2014 [Fecha de consulta: 09 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.4028/www.scientific.net/KEM.600.144](http://10.4028/www.scientific.net/KEM.600.144) ISSN: 1013-9826

DAO, Kalifala [et al]. Thermal, hydric and mechanical behaviours of adobes stabilized with cement. *Construction and Building Materials* [en línea], 158, 84-96, 2018 [Fecha de consulta: 09 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.conbuildmat.2017.10.001](http://10.1016/j.conbuildmat.2017.10.001) ISSN: 0950-0618

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

MÁRQUEZ, Jhazmin. Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chincha 2018. Tesis (Título Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 114 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.080, of. 17: Diseño y Construcción con tierra reforzada. Lima: Diario oficial El Peruano, 2017. 49 pp.

PATRONE, Juan Carlos y EVANS, Jhon. Autorías térmicas en viviendas construidas con tierra. *Construcción con tierra/5*. CIHE, SI, UBA-AR, 103 114, 2012. ISSN: 1669-8932

SAROZA, B. [et al]. Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. *Informes de la Construcción*, 60 (511): 41-47, Julio-septiembre 2008. ISSN: 0020-0883

TEKLE, Gobitu. Study of compressed cement and lime stabilized soil block as a alternative wall making material. Thesis (Master of Science in Construction Technology and Management). Addis Abeba: Addis Ababa University, 2018. 143 pp.

CHEN G. (2009). Analysis of stabilized adobe in rural East Africa. Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo.

CHUR G. (2010). Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería. Universidad de San Carlos de Guatemala. México: Guatemala.

INDECOPI. (2005). Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Norma Técnica Peruana NTP 399.613. Lima, Perú.

VARGAS J., HEREDIA E., BARIOLA J. & MEHTA P. (1986). Preservación de las construcciones de adobe en áreas lluviosas. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

UGAZ R., TUPIA C. & ALVA E. (2001). Ensayos sobre estabilización de suelos con el aditivo RBI-81. XIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Puno, Perú.

## **ANEXOS**

## Anexo N° 1.

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, **Jhon Michel Ticona Apaza**, identificado con D.N.I. N° **47993769**, alumno de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la **Universidad César Vallejo** filial Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado “**Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019**”, son:

1. De mi autoría.
2. La presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 10 de julio de 2020



---

TICONA APAZA, JHON MICHEL

DNI: 47993769



## **Anexo N° 2.**

### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, **Raúl Antonio Pinto Barrantes**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la **Universidad Cesar Vallejo** filial Lima Norte, revisor de la tesis titulada “**Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019**” del estudiante **Jhon Michel Ticona Apaza**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de julio de 2020

---

PINTO BARRANTES, RAUL ANTONIO

DNI: 07732471

### Anexo N°3. Matriz de operacionalización de variables

Título: "Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019"

| VARIABLE DE ESTUDIO                              | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIÓN  | INDICADORES                             | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|---|--|---|--------------------|
| <b>Variable Independiente (X) Fibras de coco</b> | Es una fibra multicelular que tiene como principales componentes la celulosa y el leño lo que la convierte en una fibra con buena rigidez y dureza, es resistente al ataque de bacterias y al agua, esta se obtiene de la estopa del coco. (Toj, 2008, p.2)                           | Se realizó el diseño del adobe empleando la tierra (arena, limo y arcilla) y agua. Se realizará no sobrepasando el 20 % de agua según la norma E.080 art 17, para estabilizar el adobe se dosificará el 0.5%, 1% y el 2% de fibra de coco (1.5 mm de ancho x 15 cm de largo) con respecto al peso seco del adobe tradicional. | Porcentaje de la dosificación de la fibra de coco. | 0.5% respecto al peso del adobe patrón. | Razón              |
|  |   |   |  | 1% respecto al peso del adobe patrón.   | Razón              |
|  |   |   |  | 2% respecto al peso del adobe patrón.   | Razón              |
| <b>Variable Dependiente (Y) Adobe</b>            | El adobe está hecho de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol, mientras que el reforzado tiene agregados para mejorar su comportamiento; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones (NTE E.080). | Se analizó las propiedades mecánicas y físicas de los adobes y adobes reforzados, mediante los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión y también el ensayo de absorción de acuerdo a la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.  | Propiedades Mecánicas                              | Ensayo de resistencia a la Compresión   | Razón              |
|  |   |   |  | Ensayo de resistencia a la Tracción     | Razón              |
|  |   |   |  | Ensayo de resistencia a la Flexión      | Razón              |
|  |   |   | Propiedades Físicas                                | Ensayo de Absorción                     | Razón              |

## Anexo N° 4. Matriz de Consistencia

Título: "Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019"

| PROBLEMAS   | OBJETIVOS  | HIPOTESIS   | VARIABLES         | DIMENSIONES           | INDICADORES                            | INSTRUMENTOS   |
|---|--|---|-------------------|-----------------------|--|--|
| PROBLEMA GENERAL  | OBJETIVO GENERAL   | HIPOTESIS GENERAL   | INDEPENDIENTE (X) |                       | 0.5% respecto al peso del adobe patrón | Teorías<br>Balanza de precisión<br>Hoja de cálculo Excel |
| ¿De qué manera influye la dosificación adecuada de fibra de coco para el adobe reforzado con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?                  | Analizar la influencia de dosificación adecuada de fibra de coco para el adobe reforzado con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.               | La dosificación de la fibra de coco en el adobe reforzado influye positivamente con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.                                       | FIBRAS DE COCO    | Dosificación          | 1% respecto al peso del adobe patrón   |  |
|   |  |   |                   |                       | 2% respecto al peso del adobe patrón   |  |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS   | OBJETIVOS ESPECIFICOS  | HIPOTESIS ESPECIFICOS   | DEPENDIENTE (Y)   |                       |  |  |
| ¿Cuánto varia la resistencia a compresión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019? | Determinar la resistencia a compresión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019. | El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en la resistencia a compresión con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019. | ADOBE             | Propiedades Mecánicas | Ensayo de resistencia a la Compresión  | NTP E.080  |
| ¿Cuánto varia la resistencia a tracción de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?   | Determinar la resistencia a tracción de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.   | El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en la resistencia a tracción con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.   |                   |                       | Ensayo de resistencia a la Tracción    | NTP E.080  |
| ¿Cuánto varia la resistencia a flexión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?    | Determinar la resistencia a flexión de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.    | El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en la resistencia a flexión con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.    |                   |                       | Ensayo de resistencia a la Flexión     | NTP 399 613  |
| ¿Cuánto varia las propiedades físicas del adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019?       | Determinar las propiedades físicas de un adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco frente a un adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.     | El adobe reforzado dosificado en 0.5%, 1% y 2% con fibra de coco influye positivamente en las propiedades físicas con respecto al adobe tradicional, Huancané, Puno – 2019.     |                   |                       | Propiedades Físicas                    | Ensayo de Absorción al agua                              |

# Anexo N° 5. Informe de Laboratorio



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

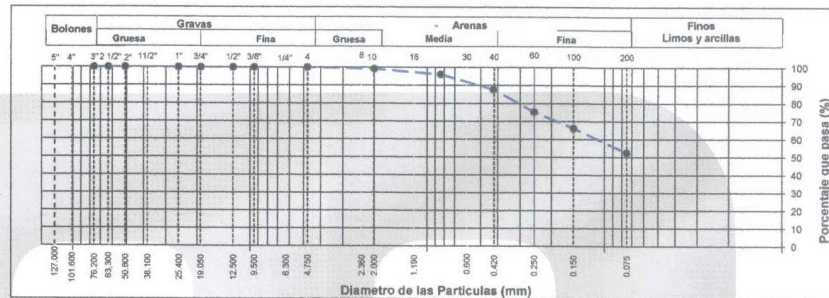
|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | Código   | FOR-LSR-MS-001 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |   | Fecha    | 2/08/2019      |

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

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| REFERENCIA                  | : Datos de Laboratorio  |
| SOLICITANTE                 | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| TESIS                       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| UBICACIÓN                   | : LIMA  |
| CALICATA                    | : C-1   |
| MUESTRA                     | : M-1   |
| PROFUNDIDAD                 | : 0.00 - 1.50 m   |
| Fecha de ensayo: 05/05/2020 |   |

| TAMIZ  | AASHTO T-27 (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACIÓN | DESCRIPCION DE LA MUESTRA  |           |            |
|--------|------------------|---------------------|----------------|--|-----------|------------|
| 5"     | 127.000          | 100.0               | /              | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)  |           |            |
| 4"     | 101.600          | 100.0               |                | Contenido Humedad (%)  | 7.1       |            |
| 3"     | 76.200           | 100.0               |                | LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)   |           |            |
| 2 1/2" | 63.300           | 100.0               |                | Límite Líquido (LL)  | 28.0      |            |
| 2"     | 50.800           | 100.0               |                | Límite Plástico (LP)   | 23.0      |            |
| 1 1/2" | 38.100           | 100.0               |                | Índice Plástico (IP)   | 5.0       |            |
| 1"     | 25.400           | 100.0               |                | Grava (%)  | Arena (%) | Finoes (%) |
| 3/4"   | 19.000           | 100.0               |                | 0.0  | 47.5      | 52.5       |
| 1/2"   | 12.500           | 100.0               |                | CLASIFICACIÓN DE SUELOS  |           |            |
| 3/8"   | 9.500            | 100.0               |                | Clasificación SUCS (ASTM D2487)  |           |            |
| Nº 4   | 4.750            | 100.0               |                | Clasificación AASHTO (D3282)   |           |            |
| Nº 10  | 2.000            | 99.1                |                | Nombre del Grupo   |           |            |
| Nº 20  | 0.840            | 96.2                |                | Limo arenoso de baja plasticidad   |           |            |
| Nº 40  | 0.425            | 87.8                |                | INDICACIONES:  |           |            |
| Nº 60  | 0.250            | 75.3                |                | El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C. |           |            |
| Nº 100 | 0.150            | 66.2                |                |  |           |            |
| Nº 200 | 0.075            | 52.5                |                |  |           |            |

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL 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 |

|  |  |         |               |
|--|--|---------|---------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>   | Código  | FOR-LAB-MS-02 |
|  | <b>MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b> | Versión | 2.1           |
|  |  | Fecha   | 10/01/2020    |
|  |  | Página  | 1 de 1        |

|                       |   |                  |           |
|-----------------------|---|------------------|-----------|
| Proyecto              | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" | Registro N°:     | -         |
| Solicitante           | : Jhon Michel Ticona Apaza  | Muestreado por : | DCT       |
| Código del Proyecto   | : -   | Ensayado por :   | CRT       |
| Ubicación de Proyecto | : LIMA  | Fecha de Ensayo: | 9/05/2020 |
| Material              | : SUELO   | Turno:           | DIURNO    |
| Código de Muestra     | : -   | Profundidad:     | -         |
| Sondaje / Calicata    | : -   | Norte:           | -         |
| N° de Muestra         | : -   | Este:            | -         |
| Progresiva            | : -   | Cota:            | -         |


**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216**

| Número de muestra         | M1    | M2 | M3 | M4 | M5 |
|---------------------------|-------|----|----|----|----|
| Profundidad (m.)          | -     |    |    |    |    |
| Método de reporte         | A     |    |    |    |    |
| Peso del suelo seco (gr.) | 364.6 |    |    |    |    |
| Peso del agua (gr.)       | 25.8  |    |    |    |    |
| Contenido de humedad (%)  | 7.00  |    |    |    |    |

**INDICACIONES DEL ENSAYO**

| Número de muestra                                      | M1   | M2 | M3 | M4 | M5 |
|--|--|----|----|----|----|
| Clasificación visual del suelo                         | -  |    |    |    |    |
| Método de secado                                       | Horno a 110±5 °C   |    |    |    |    |
| ¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216? | Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19 |    |    |    |    |
| ¿Hay materiales excluidos? Describir                   | No   |    |    |    |    |

Observaciones:

| MTL GEOTECNIA   |    |  |    |   |    |
|---|----|--|----|---|----|
| TECNICO LEM   | D: | JEFE LEM   | D: | CQC - LEM                                   | D: |
| Nombre y firma:   | M: | Nombre y firma:<br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>SUELOS CONCRETO ASFALTO | M: | Nombre y firma:<br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b> | M: |
|  | A: | YESENIA CUBA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>021.17.036                  | A: | CONTROL DE CALIDAD                          | A: |



|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-048 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |  | Fecha    | 1/09/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.613: 2005

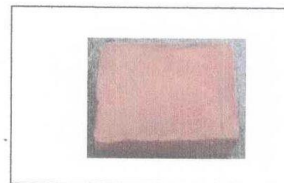
|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/06/2020</span>   |

TIPO: ADOBE CONVENCIONAL

| IDENTIFICACION | LARGO | ANCHO<br>(cm) | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | W<br>(Kg) | C<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|-------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| PATRÓN - 1     | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1368      | 14.0                       |
| PATRÓN - 2     | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1351      | 13.8                       |
| PATRÓN - 3     | 9.9   | 9.8           | 97                      | 1407      | 14.5                       |
| PATRÓN - 4     | 9.8   | 9.9           | 97                      | 1396      | 14.4                       |
| PROMEDIO       |       |               |                         |           | 14.2                       |

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 MTL GEOTECNIA.
- \* Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.
- \* El ensayo a la compresión se realizó sobre muestra entera.

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Elaborado por:</b><br><br><br><b>Jefe de Laboratorio</b> | <b>Revisado por:</b><br><br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>SUELOS CONCRETO ASFALTO<br>.....<br>YESENIA CUEVA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP. 115803 | <b>Aprobado por:</b><br><br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>.....<br><b>CONTROL DE CALIDAD</b><br><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b> |
|---|--|--|

|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-048 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |  | Fecha    | 1/09/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**

\* NTP 399.613: 2005

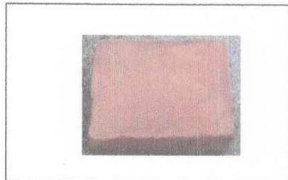
|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/06/2020</span>   |

TIPO: ADOBE REFORZADO CON FIBRA DE COCO (0.5%)




| IDENTIFICACION                 | LARGO | ANCHO (cm) | A (cm <sup>2</sup> ) | W (Kg) | C (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|-------|------------|----------------------|--------|-------------------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 1 | 9.9   | 9.9        | 98                   | 1361   | 13.9                    |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 2 | 9.9   | 9.9        | 98                   | 1324   | 13.5                    |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 3 | 9.9   | 9.9        | 98                   | 1314   | 13.4                    |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 4 | 9.9   | 9.9        | 98                   | 1336   | 13.6                    |
| PROMEDIO                       |       |            |                      |        | 13.6                    |

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 MTL GEOTECNIA.  
 \* Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.  
 \* El ensayo a la compresión se realizó sobre muestra entera.

|   |   |  |
|---|---|--|
| <br><b>Jefe de Laboratorio</b> | <br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>SUELOS CONCRETO ASFALTO<br>YESENIA CUBA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>C.I.P. 115803<br><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b> | <br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>CONTROL DE CALIDAD<br><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b> |
|---|---|--|

|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-048 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |  | Fecha    | 1/09/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.813: 2005

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/08/2020</span>   |

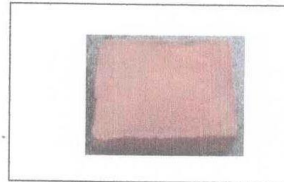
TIPO: ADOBE REFORZADO CON FIBRA DE COCO (1.0%)

| IDENTIFICACION                    | LARGO | ANCHO<br>(cm) | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | W<br>(Kg) | C<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------|-------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% - 1 | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1230      | 12.5                       |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% - 2 | 9.9   | 9.8           | 97                      | 1195      | 12.3                       |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% - 3 | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1307      | 13.3                       |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% - 4 | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1253      | 12.8                       |
| PROMEDIO                          |       |               |                         |           | 12.7                       |

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 MTL GEOTECNIA.
- \* Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.
- \* El ensayo a la compresión se realizó sobre muestra entera.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Elaborado por:</b><br><br><b>Jefe de Laboratorio</b> | <b>Revisado por:</b><br><br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>SUELOS DE CONCRETO ASFALTO<br>YESENIA CUBRA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>C.P. 115803<br><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b> | <b>Aprobado por:</b><br><br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>CONTROL DE CALIDAD<br><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b> |
|--|---|--|



|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-048 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |  | Fecha    | 1/09/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**

\* NTP 399.613: 2005

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Triona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/08/2020</span>   |

TIPO: ADOBE REFORZADO CON FIBRA DE COCO (2.0%)

| IDENTIFICACION                    | LARGO | ANCHO<br>(cm) | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | W<br>(Kg) | C<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------|-------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>2.0% - 1 | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1106      | 11.3                       |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>2.0% - 2 | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1050      | 10.7                       |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>2.0% - 3 | 9.9   | 9.9           | 98                      | 1152      | 11.8                       |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>2.0% - 4 | 9.8   | 9.9           | 97                      | 1135      | 11.7                       |
| PROMEDIO                          |       |               |                         |           | 11.3                       |

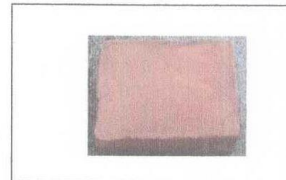
FORMULA: 
$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

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



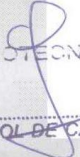
W = Máxima carga en Kg. Indicada por la máquina de ensayo.

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 MTL GEOTECNIA.
- \* Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.
- \* El ensayo a la compresión se realizó sobre muestra entera.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Elaborado por:</b><br><br> | <b>Revisado por:</b><br><br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>SUELOS CONCRETO ASFALTO<br>YESENIA CUBA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>C.I.A. 15803 | <b>Aprobado por:</b><br><br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

|                                     |  |         |            |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO  | Código  | AE-FO-126  |
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS | Versión | 01         |
|                                     |  | Fecha   | 30-04-2019 |
|                                     |  | Página  | 1 de 1     |

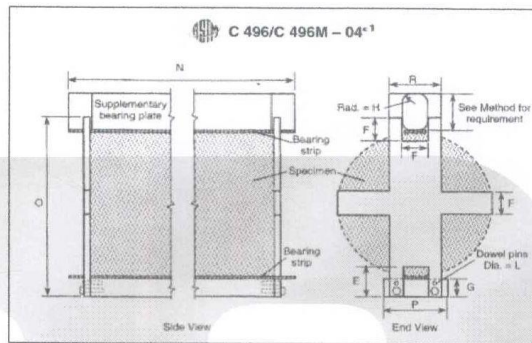
TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019"  
SOLICITANTE : Jhon Michel Ticona Apeza  
CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2020

REALIZADO POR : P. Taseyco  
REVISADO POR : D. Coto  
FECHA DE ENSAYO : 10/06/2020  
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Adobe convencional (Patrón)  
Presentación : Especímenes Cilíndricos

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | DIÁMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| PATRÓN - 1     | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.8           | 548.0      | 1.87 kg/cm <sup>2</sup>           |
| PATRÓN - 2     | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 569.0      | 1.91 kg/cm <sup>2</sup>           |
| PATRÓN - 3     | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 538.0      | 1.81 kg/cm <sup>2</sup>           |
| PATRÓN - 4     | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.8           | 547.0      | 1.85 kg/cm <sup>2</sup>           |
| PROMEDIO       |                  |                 |         |               |            | 1.86 kg/cm <sup>2</sup>           |



- OBSERVACIONES:
- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
  - \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

|   |  |   |
|---|--|---|
| Elaborado por:<br><br>JEFE DE LABORATORIO | Revisado por:<br><br>YESENIA CUEVA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>C.P. 116803<br>INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | Aprobado por:<br><br>CONTROL DE CALIDAD<br>CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA |
|---|--|---|

|                                     |  |         |            |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO  | Código  | AE-FO-128  |
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS | Versión | 01         |
|                                     |  | Fecha   | 30-04-2019 |
|                                     |  | Página  | 1 de 1     |

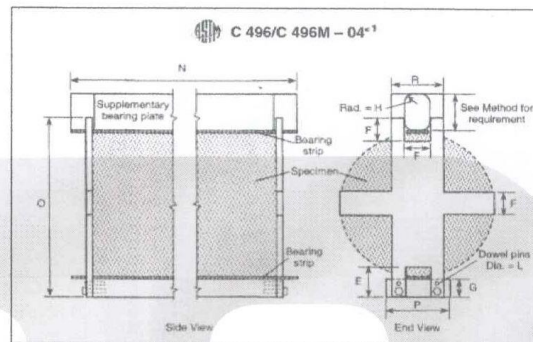
TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019"  
 SOLICITANTE : Jhon Michel Ticona Apaza  
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
 FECHA DE EMISIÓN : 10/09/2020

REALIZADO POR : P. Tasayco  
 REVISADO POR : D. Coto  
 FECHA DE ENSAYO : 10/06/2020  
 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Adobe + Fibra de coco (0.5%)  
 Presentación : Especímenes Cilíndricos

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN                 | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | DIÁMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|------------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 1 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 687.0      | 2.29 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 2 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.8           | 882.0      | 2.32 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 3 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 710.0      | 2.38 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 4 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 694.0      | 2.34 kg/cm <sup>2</sup>           |
| PROMEDIO                       |                  |                 |         |               |            | 2.33 kg/cm <sup>2</sup>           |



OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

|   |  |   |
|---|--|---|
| Elaborado por:<br><br>JEFE DE MATERIALES | Revisado por:<br><br>YESENIA CUJÁ BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP: 115803 | Aprobado por:<br><br>CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos   | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |



|                                     |  |         |            |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO  | Código  | AE-FO-126  |
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS | Versión | 01         |
|                                     |  | Fecha   | 30-04-2019 |
|                                     |  | Página  | 1 de 1     |

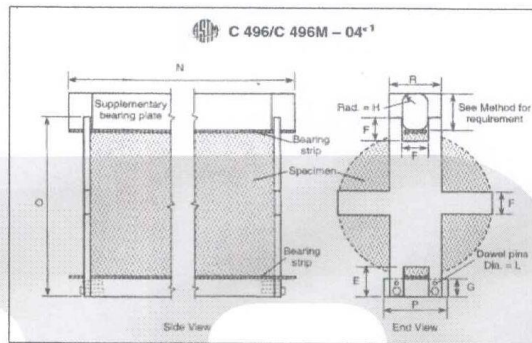
TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019"  
SOLICITANTE : Jhon Michel Ticona Apaza  
CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2020

REALIZADO POR : P. Taseyco  
REVISADO POR : D. Coto  
FECHA DE ENSAYO : 10/06/2020  
TURNO : Diurno

|                 |                                |
|-----------------|--------------------------------|
| Tipo de muestra | : Adobe + Fibra de coco (1.0%) |
| Presentación    | : Especímenes Cilíndricos      |

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN                 | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|------------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 1 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 785.0      | 2.62 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 2 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.8           | 769.0      | 2.62 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 3 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 803.0      | 2.69 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 4 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 816.0      | 2.75 kg/cm <sup>2</sup>           |
| PROMEDIO                       |                  |                 |         |               |            | 2.67 kg/cm <sup>2</sup>           |



OBSERVACIONES:  
\* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.  
\* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

|  |   |  |
|--|---|--|
| Elaborado por:<br><br>Jefe de Laboratorio | Revisado por:<br><br>YESENIA OLIVERA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>DIF. 118803<br>Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:<br><br>CONTROL DE CALIDAD<br>Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
|--|---|--|

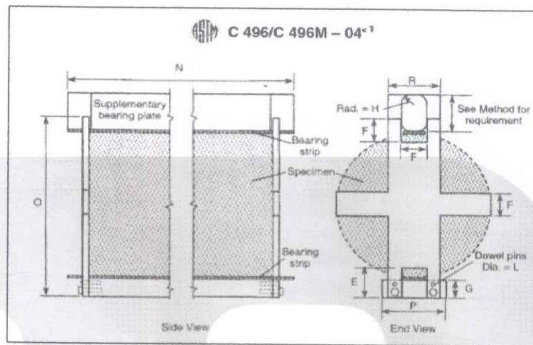
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO  |  | Código  | AE-FO-126  |
|-------------------------------------|--|--|---------|------------|
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS |  | Versión | 01         |
|                                     |  |  | Fecha   | 30-04-2019 |
|                                     |  |  | Página  | 1 de 1     |

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019"  
 SOLICITANTE : Jhon Michel Ticona Apaza  
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
 FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2020  
 REALIZADO POR : P. Tassayo  
 REVISADO POR : D. Coto  
 FECHA DE ENSAYO : 10/06/2020  
 TURNO : Diurno

|                 |                                |
|-----------------|--------------------------------|
| Tipo de muestra | : Adobe + Fibra de coco (2.0%) |
| Presentación    | : Especímenes Cilíndricos      |

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN                 | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|------------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 1 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 1007.0     | 3.37 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 2 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 1016.0     | 3.40 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 3 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 982.0      | 3.29 kg/cm <sup>2</sup>           |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 4 | 13/05/2020       | 10/06/2020      | 28 días | 9.9           | 1001.0     | 3.37 kg/cm <sup>2</sup>           |
| PROMEDIO                       |                  |                 |         |               |            | 3.36 kg/cm <sup>2</sup>           |



OBSERVACIONES:  
 \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.  
 \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

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

|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-049 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |   | Fecha    | 1/08/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
INEN - 295

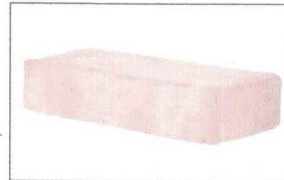
|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/08/2020</span>   |

TIPO: ADOBE CONVENCIONAL (PATRÓN)

| IDENTIFICACIÓN | L<br>(cm) | b<br>(cm) | h<br>(cm) | P<br>(Kg-f) | Mr<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------------------------|
| PATRÓN-1       | 24.9      | 29.90     | 8.00      | 239         | 4.7                         |
| PATRÓN-2       | 24.9      | 29.90     | 8.00      | 244         | 4.8                         |
| PATRÓN-3       | 24.9      | 29.90     | 8.10      | 228         | 4.3                         |
| PATRÓN-4       | 24.8      | 29.80     | 7.90      | 237         | 4.7                         |
| PROMEDIO       |           |           |           |             | 4.6                         |

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

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

|  |  |   |
|--|--|---|
| Elaborado por:   | Revisado por:  | Aprobado por:   |
| <br> | <br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>SUELOS CONCRETO ASFALTO<br>YESENIA CUBA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP: 115803 | <br><b>MTL GEOTECNIA SAC</b><br>CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio  | Ingeniero de Suelos y Pavimentos   | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |



|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-049 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |   | Fecha    | 1/08/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
INEN - 295

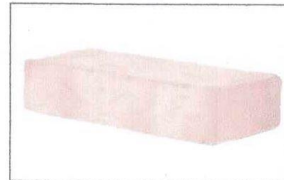
|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/06/2020</span>   |

TIPO: ADOBE CON FIBRA DE COCO (0.5%)

| IDENTIFICACIÓN                   | L<br>(cm) | b<br>(cm) | h<br>(cm) | P<br>(kg-f) | M <sub>r</sub><br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|---|
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>0.5% -1 | 24.9      | 29.90     | 8.10      | 251         | 4.8                                     |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>0.5% -2 | 24.9      | 29.90     | 8.00      | 246         | 4.8                                     |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>0.5% -3 | 24.9      | 29.90     | 8.00      | 239         | 4.7                                     |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>0.5% -4 | 24.8      | 29.80     | 8.10      | 247         | 4.7                                     |
| PROMEDIO                         |           |           |           |             | 4.7                                     |



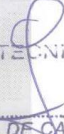
$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

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

|  |  |  |
|--|--|--|
| Elaborado por:<br><br>Jefe de Laboratorio | Revisado por:<br><br>INGENIERO CIVIL<br>CIP. 183803<br>Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:<br><br>CONTROL DE CALIDAD<br>Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
|--|--|--|

|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-049 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |   | Fecha    | 1/08/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
INEN - 295

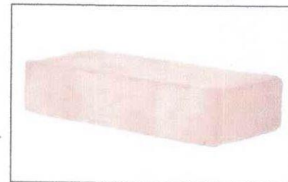
|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 10/08/2020</span>                                      |

TIPO: ADOBE CON FIBRA DE COCO (1.0%)

| IDENTIFICACIÓN                   | L<br>(cm) | b<br>(cm) | h<br>(cm) | P<br>(Kg-f) | Mr<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------------------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% -1 | 24.9      | 29.90     | 8.10      | 263         | 5.0                         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% -2 | 24.8      | 29.80     | 8.00      | 255         | 5.0                         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% -3 | 24.9      | 29.90     | 8.10      | 261         | 5.0                         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO<br>1.0% -4 | 24.9      | 29.90     | 8.10      | 254         | 4.8                         |
| PROMEDIO                         |           |           |           |             | 4.9                         |



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

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

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Elaborado por:</b><br> | <b>Revisado por:</b><br><br>MTL GEOTECNIA SAC<br>SUELOS CONCRETO ASFALTO<br>YESENIA CUBA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP. 115803 | <b>Aprobado por:</b><br><br>MTL GEOTECNIA SAC<br>CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio  | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA   |



|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> | Código   | FOR-LTC-AL-049 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |   | Fecha    | 1/08/2019      |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
INEN - 295

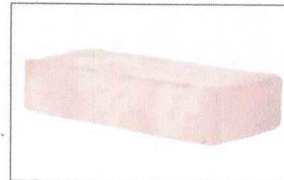
|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : DATOS DE LABORATORIO  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticoona Apaza   |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/08/2020</span>   |

TIPO: ADOBE CON FIBRA DE COCO (2.0%)

| IDENTIFICACIÓN                    | L<br>(cm) | b<br>(cm) | h<br>(cm) | P<br>(Kg-f) | Mr<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------------------------|
| ADOBE - FIBRA DE COCO<br>2.0% - 1 | 24.9      | 29.50     | 8.10      | 254         | 4.8                         |
| ADOBE - FIBRA DE COCO<br>2.0% - 2 | 24.0      | 29.00     | 8.00      | 262         | 5.1                         |
| ADOBE - FIBRA DE COCO<br>2.0% - 3 | 24.8      | 29.80     | 8.00      | 259         | 5.1                         |
| ADOBE - FIBRA DE COCO<br>2.0% - 4 | 24.8      | 29.80     | 8.10      | 258         | 4.9                         |
| PROMEDIO                          |           |           |           |             | 5.0                         |


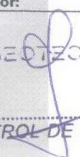
$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

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

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Elaborado por:</b><br><br><b>Jefe de Laboratorio</b> | <b>Revisado por:</b><br><br><b>INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b><br>YESENIA CUBA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP. 115803 | <b>Aprobado por:</b><br><br><b>CONTROL DE CALIDAD</b><br><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b> |
|--|--|---|

|                                     |                                 |          |                |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN | Código   | FOR-LAB-CO-008 |
|                                     |                                 | Revisión | 1              |
|                                     |                                 | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |                                 | Fecha    | 1/10/2019      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
NTP 339.613 / NTP 339.604

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticana Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA  |





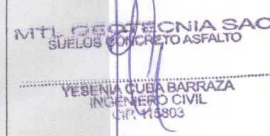

Fecha de emisión: 10/06/2020

| ESPÉCIMEN  | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g)<br>24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| PATRÓN - 1 | 5634          | 6959                        | 23.52         |
| PATRÓN - 2 | 5671          | 6982                        | 23.12         |
| PATRÓN - 3 | 5684          | 6892                        | 21.25         |
| PATRÓN - 4 | 5629          | 6895                        | 22.49         |
|            |               | <b>PROMEDIO (%)</b>         | <b>22.59</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 MTL 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 MTL GEOTECNIA</b>   |

|                                     |                                 |          |                |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     |                                 | Revisión | 1              |
|                                     |                                 | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |                                 | Fecha    | 1/10/2019      |



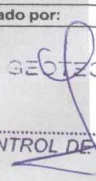
**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
NTP 339.613 / NTP 339.604

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUNO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA  |

Fecha de emisión: 10/06/2020

| ESPÉCIMEN                      | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g)<br>24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|--------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 1 | 5569          | 6852                        | 23.04         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 2 | 5605          | 6885                        | 22.84         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 3 | 5587          | 6889                        | 23.30         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 0.5% - 4 | 5574          | 6849                        | 22.87         |
|                                |               | <b>PROMEDIO (%)</b>         | <b>23.01</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 MTL GEOTECNIA

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>   | <b>Aprobado por:</b>  |
|  | <br>MTL GEOTECNIA SAC<br>SUELOS, CONCRETO, ASFALTO<br>-----<br>YESENIA CUEVA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIF 145903 | <br>MTL GEOTECNIA SAC<br>-----<br>CONTROL DE CALIDAD |
| <b>Jefe de Laboratorio</b>  | <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>  | <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>   |

|                                     |                                    |          |                |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>ABSORCIÓN | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     |                                    | Revisión | 1              |
|                                     |                                    | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |                                    | Fecha    | 1/10/2019      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
NTP 339.613 / NTP 339.604

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANCANÉ, PUÑO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA  |

Fecha de emisión: 10/06/2020

| ESPÉCIMEN                      | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g)<br>24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|--------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 1 | 5614          | 6934                        | 23.51         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 2 | 5573          | 6917                        | 24.12         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 3 | 5591          | 6912                        | 23.63         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 1.0% - 4 | 5582          | 6927                        | 24.10         |
|                                |               | <b>PROMEDIO (%)</b>         | <b>23.84</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 MTL GEOTECNIA

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>   | <b>Aprobado por:</b>   |
|  | <br>MTL GEOTECNIA S.A.C.<br>SUELOS CONCRETO ASFALTO<br>.....<br>YESENIA CUEVA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP. 116803 | <br>MTL GEOTECNIA S.A.C.<br>.....<br>CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos   | Control de Calidad MTL GEOTECNIA   |



|                                     |                                    |          |                |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>ABSORCIÓN | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     |                                    | Revisión | 1              |
|                                     |                                    | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |                                    | Fecha    | 1/10/2019      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
NTP 339.613 / NTP 339.604

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jhon Michel Ticona Apaza  |
| <b>TESIS</b>       | : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ADOBE TRADICIONAL Y EL ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE COCO, HUANGANÉ, PUÑO, 2019" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA  |

Fecha de emisión: 10/06/2020

| ESPÉCIMEN                      | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g)<br>24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|--------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 1 | 5648          | 7051                        | 24.84         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 2 | 5576          | 6954                        | 24.71         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 3 | 5625          | 6981                        | 24.11         |
| ADOBE + FIBRA DE COCO 2.0% - 4 | 5576          | 6974                        | 25.07         |
|                                |               | <b>PROMEDIO (%)</b>         | <b>24.68</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 MTL GEOTECNIA

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>  | <b>Aprobado por:</b>  |
|  |                      |  |
|  | MTL GEOTECNIA SAC<br>SUELOS CONCRETO ASFALTO<br>YESENIA CUEVA BARRAZA<br>INGENIERO CIVIL<br>C.R. 115803 | MTL GEOTECNIA SAC<br>CONTROL DE CALIDAD   |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

## Anexo N° 6. Certificado de Laboratorio

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## **TEST & CONTROL S.A.C.**

### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).*

DA-acr-01P-02M Ver. 02

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**TC - 4370 - 2020**

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC2201S  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 5 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

| Trazabilidad                        | Patrón de Trabajo                                      | Certificado de Calibración |
|-------------------------------------|--|----------------------------|
| Patrones de Referencia de LO JUSTO  | Juego de Pesas<br>1 mg a 1 kg<br>Clase de Exactitud F1 | IP-140-2019<br>Mayo 2019   |
| Patrones de Referencia de DM-INACAL | Juego de Pesas<br>2 kg a 5 kg<br>Clase de Exactitud F1 | LM-147-2019<br>Mayo 2019   |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

|                  |          |            |          |
|------------------|----------|------------|----------|
| Ajuste de Cero   | Tiene    | Escala     | No Tiene |
| Oscilación Libre | Tiene    | Cursor     | No Tiene |
| Plataforma       | Tiene    | Nivelación | Tiene    |
| Sistema de Traba | No Tiene |            |          |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

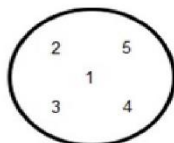
| Magnitud         | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 21,9 °C | 21,9 °C |
| Humedad Relativa | 64 %    | 64 %    |

| Medición N°                  | Carga (g) | I (g)    | ΔL (mg) | E (mg) | Medición N°                  | Carga (g) | I (g)    | ΔL (mg) | E (mg) |
|------------------------------|-----------|----------|---------|--------|------------------------------|-----------|----------|---------|--------|
| 1                            | 1 100,000 | 1 099,99 | 5       | -10    | 1                            | 2 200,000 | 2 199,98 | 4       | -19    |
| 2                            |           | 1 099,99 | 3       | -8     | 2                            |           | 2 199,99 | 4       | -9     |
| 3                            |           | 1 099,98 | 4       | -19    | 3                            |           | 2 199,98 | 5       | -20    |
| 4                            |           | 1 099,98 | 4       | -19    | 4                            |           | 2 199,98 | 4       | -19    |
| 5                            |           | 1 099,99 | 4       | -9     | 5                            |           | 2 199,99 | 4       | -9     |
| 6                            |           | 1 099,98 | 5       | -20    | 6                            |           | 2 199,98 | 4       | -19    |
| 7                            |           | 1 099,98 | 3       | -18    | 7                            |           | 2 199,98 | 3       | -18    |
| 8                            |           | 1 099,98 | 5       | -20    | 8                            |           | 2 199,99 | 4       | -9     |
| 9                            |           | 1 099,99 | 5       | -10    | 9                            |           | 2 199,99 | 5       | -10    |
| 10                           |           | 1 099,99 | 5       | -10    | 10                           |           | 2 199,99 | 5       | -10    |
| Emáx - Emín   (mg)           |           |          |         | 12     | Emáx - Emín   (mg)           |           |          |         | 11     |
| error máximo permitido (±mg) |           |          |         | 200    | error máximo permitido (±mg) |           |          |         | 300    |





Certificado de Calibración  
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Magnitud         | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 22,1 °C | 22,2 °C |
| Humedad Relativa | 63 %    | 63 %    |

| N° | Determinación de Error Eo |       |         |         | Determinación de Error Corregido Ec |        |         |        | e.m.p.<br>(±mg) |         |
|----|---------------------------|-------|---------|---------|-------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|---------|
|    | Carga (g)                 | I (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga (g)                           | I (g)  | ΔL (mg) | E (mg) |                 | Ec (mg) |
| 1  | 1,000                     | 1,00  | 4       | 1       | 800,000                             | 799,99 | 4       | -9     | -10             | 200     |
| 2  |                           | 1,00  | 5       | 0       |                                     | 799,98 | 4       | -19    | -19             |         |
| 3  |                           | 1,00  | 4       | 1       |                                     | 799,98 | 5       | -20    | -21             |         |
| 4  |                           | 1,00  | 4       | 1       |                                     | 799,98 | 5       | -20    | -21             |         |
| 5  |                           | 1,00  | 5       | 0       |                                     | 799,99 | 5       | -10    | -10             |         |

ENSAYO DE PESAJE

| Magnitud         | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 22,2 °C | 22,3 °C |
| Humedad Relativa | 63 %    | 63 %    |

| Carga (g) | Crecientes |         |           |           | Decrecientes |         |           |           | e.m.p.<br>(±mg) |
|-----------|------------|---------|-----------|-----------|--------------|---------|-----------|-----------|-----------------|
|           | I (g)      | ΔL (mg) | E (mg)    | Ec (mg)   | I (g)        | ΔL (mg) | E (mg)    | Ec (mg)   |                 |
| 0,000     | 0,10       | 4       | 101       |           |              |         |           |           |                 |
| 0,000     | 1,00       | 5       | 1 000     | 899       | 1,00         | 4       | 1 001     | 900       | 100             |
| 0,000     | 10,00      | 4       | 10 001    | 9 900     | 10,00        | 5       | 10 000    | 9 899     | 100             |
| 0,000     | 100,00     | 4       | 100 001   | 99 900    | 100,00       | 5       | 100 000   | 99 899    | 100             |
| 0,000     | 500,00     | 5       | 500 000   | 499 899   | 499,99       | 4       | 499 991   | 499 890   | 100             |
| 0,000     | 799,99     | 4       | 799 991   | 799 890   | 799,99       | 4       | 799 991   | 799 890   | 200             |
| 0,000     | 999,99     | 4       | 999 991   | 999 890   | 1 000,00     | 5       | 1 000 000 | 999 899   | 200             |
| 0,000     | 1 099,99   | 5       | 1 099 990 | 1 099 889 | 1 099,99     | 5       | 1 099 990 | 1 099 889 | 200             |
| 0,000     | 1 499,99   | 5       | 1 499 990 | 1 499 889 | 1 500,01     | 5       | 1 500 010 | 1 499 909 | 200             |
| 2 000,004 | 1 999,99   | 5       | -14       | -115      | 1 999,99     | 4       | -13       | -114      | 200             |
| 2 000,004 | 2 199,99   | 4       | 199 987   | 199 886   | 2 199,99     | 4       | 199 987   | 199 886   | 300             |

Donde:

I : Indicación de la balanza  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)  
ΔL : Carga adicional  
E : Error del instrumento  
Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Lectura Corregida       | : | $R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-1} \times R$                                 |
| Incertidumbre Expandida | : | $U_R = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$ |

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**TC - 4371 - 2020**

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

**SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**EQUIPO : HORNO**  
Marca : GEMMY  
Modelo : YC0-010  
N° de Serie : 510847  
Tipo de Ventilación : Turbulencia  
Procedencia : ALEMANIA  
Identificación : NO INDICA  
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL**  
Marca : No Indica  
Alcance : 1°C a 250°C  
Resolución : 1 °C  
**TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL**  
Marca : No Indica  
Alcance : 1°C a 250°C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25  
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

| Magnitud         | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 29,3 °C | 29,6 °C |
| Humedad Relativa | 45,3 %  | 43,2 %  |

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

| Patrón de Referencia   | Patrón de Trabajo                      | Certificado de Calibración |
|--|--|----------------------------|
| Dos Termómetros Digitales<br>Incertidumbre 0,007 °C<br>DM - INACAL | Termómetro Digital<br>-200 °C a 400 °C | LT-247-2018                |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

| Temperatura de Trabajo | Posición del Controlador | Tiempo de Calentamiento | Tiempo de Estabilización | Porcentaje de carga | Tipo de Carga / Muestra             |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 110 °C ± 10 °C         | 110                      | 40 min                  | 180 min                  | 30 %                | ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE |

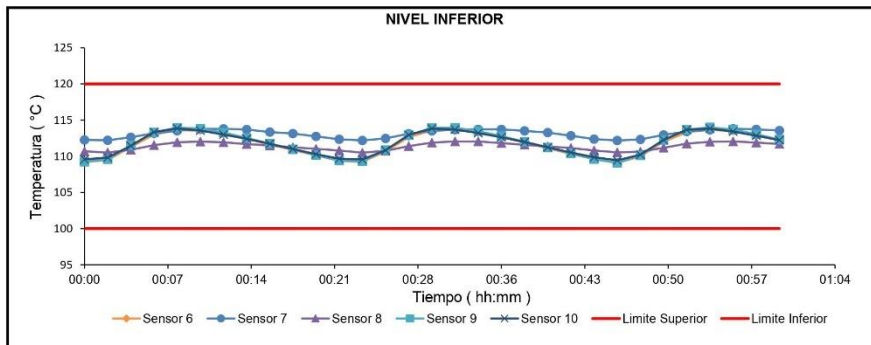
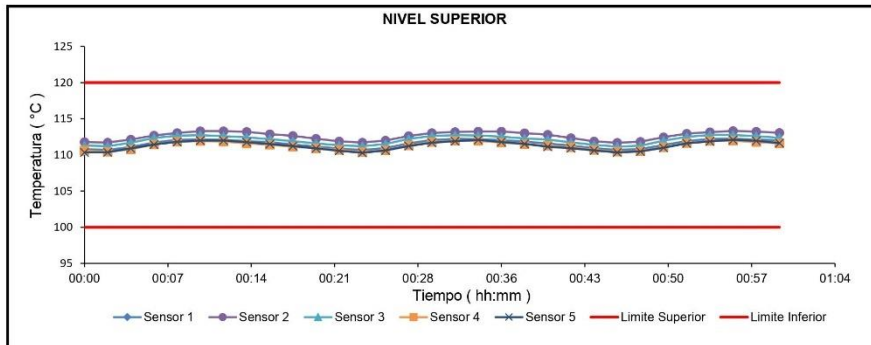
| Tiempo (hh:mm)         | Termómetro Homo (°C) | Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C) |       |       |       |       |                |       |       |       |       | T <sub>prom</sub> <sup>[2]</sup> (°C) | T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C) |
|------------------------|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------------|--|
|                        |                      | Nivel Superior                                  |       |       |       |       | Nivel Inferior |       |       |       |       |                                       |  |
|                        |                      | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6              | 7     | 8     | 9     | 10    |                                       |  |
| 0:00                   | 110                  | 110,8   | 111,8 | 111,3 | 110,6 | 110,3 | 109,2          | 112,3 | 110,7 | 109,3 | 109,6 | 110,6                                 | 3,1                                      |
| 0:02                   | 110                  | 110,7   | 111,7 | 111,2 | 110,4 | 110,4 | 109,5          | 112,2 | 110,5 | 109,6 | 109,8 | 110,6                                 | 2,7                                      |
| 0:04                   | 110                  | 111,1   | 112,1 | 111,7 | 110,8 | 110,9 | 111,3          | 112,6 | 110,9 | 111,5 | 111,5 | 111,4                                 | 1,8                                      |
| 0:06                   | 110                  | 111,7   | 112,7 | 112,3 | 111,5 | 111,4 | 113,0          | 113,2 | 111,6 | 113,3 | 113,4 | 112,4                                 | 1,9                                      |
| 0:08                   | 110                  | 112,1   | 113,0 | 112,7 | 111,8 | 111,8 | 113,6          | 113,5 | 111,9 | 114,0 | 113,9 | 112,8                                 | 2,2                                      |
| 0:10                   | 110                  | 112,2   | 113,3 | 112,7 | 111,9 | 112,0 | 113,5          | 113,8 | 112,0 | 113,8 | 113,6 | 112,9                                 | 1,9                                      |
| 0:12                   | 110                  | 112,1   | 113,3 | 112,6 | 111,8 | 112,0 | 113,1          | 113,8 | 111,9 | 113,3 | 113,0 | 112,7                                 | 1,9                                      |
| 0:14                   | 110                  | 111,9   | 113,2 | 112,4 | 111,6 | 111,8 | 112,4          | 113,7 | 111,7 | 112,5 | 112,4 | 112,4                                 | 2,1                                      |
| 0:16                   | 110                  | 111,8   | 112,9 | 112,2 | 111,4 | 111,5 | 111,6          | 113,4 | 111,5 | 111,8 | 111,7 | 112,0                                 | 2,0                                      |
| 0:18                   | 110                  | 111,4   | 112,6 | 111,9 | 111,1 | 111,2 | 110,9          | 113,1 | 111,2 | 111,0 | 111,0 | 111,6                                 | 2,3                                      |
| 0:20                   | 110                  | 111,2   | 112,2 | 111,6 | 110,9 | 110,9 | 110,1          | 112,7 | 111,0 | 110,2 | 110,3 | 111,1                                 | 2,6                                      |
| 0:22                   | 110                  | 110,9   | 111,9 | 111,3 | 110,7 | 110,6 | 109,4          | 112,4 | 110,8 | 109,4 | 109,7 | 110,7                                 | 3,0                                      |
| 0:24                   | 110                  | 110,7   | 111,7 | 111,2 | 110,4 | 110,3 | 109,2          | 112,2 | 110,5 | 109,3 | 109,6 | 110,5                                 | 3,0                                      |
| 0:26                   | 110                  | 111,0   | 112,0 | 111,5 | 110,7 | 110,6 | 110,7          | 112,5 | 110,8 | 110,9 | 110,8 | 111,1                                 | 1,9                                      |
| 0:28                   | 110                  | 111,6   | 112,6 | 112,2 | 111,3 | 111,2 | 112,7          | 113,1 | 111,4 | 112,9 | 113,0 | 112,2                                 | 1,9                                      |
| 0:30                   | 110                  | 112,1   | 113,0 | 112,6 | 111,8 | 111,7 | 113,6          | 113,5 | 111,9 | 113,9 | 113,8 | 112,8                                 | 2,2                                      |
| 0:32                   | 110                  | 112,2   | 113,2 | 112,7 | 112,0 | 111,9 | 113,6          | 113,7 | 112,1 | 114,0 | 113,7 | 112,9                                 | 2,1                                      |
| 0:34                   | 110                  | 112,2   | 113,2 | 112,7 | 111,9 | 112,1 | 113,3          | 113,7 | 112,0 | 113,5 | 113,2 | 112,8                                 | 1,8                                      |
| 0:36                   | 110                  | 112,0   | 113,2 | 112,5 | 111,7 | 111,8 | 112,7          | 113,7 | 111,8 | 112,8 | 112,6 | 112,5                                 | 2,0                                      |
| 0:38                   | 110                  | 111,9   | 113,0 | 112,3 | 111,5 | 111,5 | 111,9          | 113,5 | 111,6 | 112,0 | 112,0 | 112,1                                 | 2,0                                      |
| 0:40                   | 110                  | 111,6   | 112,8 | 112,1 | 111,3 | 111,1 | 111,1          | 113,3 | 111,4 | 111,2 | 111,2 | 111,7                                 | 2,2                                      |
| 0:42                   | 110                  | 111,3   | 112,3 | 111,7 | 111,1 | 110,9 | 110,3          | 112,8 | 111,2 | 110,4 | 110,5 | 111,3                                 | 2,5                                      |
| 0:44                   | 110                  | 110,9   | 111,9 | 111,4 | 110,7 | 110,6 | 109,6          | 112,4 | 110,8 | 109,6 | 109,9 | 110,8                                 | 2,8                                      |
| 0:46                   | 110                  | 110,7   | 111,7 | 111,2 | 110,5 | 110,3 | 109,1          | 112,2 | 110,6 | 109,1 | 109,4 | 110,5                                 | 3,1                                      |
| 0:48                   | 110                  | 110,8   | 111,8 | 111,3 | 110,5 | 110,5 | 110,0          | 112,3 | 110,6 | 110,1 | 110,2 | 110,8                                 | 2,3                                      |
| 0:50                   | 110                  | 111,4   | 112,5 | 112,0 | 111,1 | 111,0 | 112,0          | 113,0 | 111,2 | 112,2 | 112,3 | 111,8                                 | 2,0                                      |
| 0:52                   | 110                  | 111,9   | 112,9 | 112,5 | 111,7 | 111,6 | 113,3          | 113,4 | 111,8 | 113,7 | 113,7 | 112,6                                 | 2,1                                      |
| 0:54                   | 110                  | 112,2   | 113,2 | 112,8 | 111,9 | 111,9 | 113,7          | 113,7 | 112,0 | 114,0 | 113,8 | 112,9                                 | 2,1                                      |
| 0:56                   | 110                  | 112,2   | 113,3 | 112,8 | 112,0 | 112,1 | 113,4          | 113,8 | 112,1 | 113,7 | 113,4 | 112,9                                 | 1,8                                      |
| 0:58                   | 110                  | 112,1   | 113,2 | 112,6 | 111,8 | 111,9 | 112,9          | 113,7 | 111,9 | 113,1 | 112,9 | 112,6                                 | 1,9                                      |
| 1:00                   | 110                  | 112,0   | 113,1 | 112,4 | 111,6 | 111,7 | 112,2          | 113,6 | 111,7 | 112,3 | 112,2 | 112,3                                 | 2,0                                      |
| T. PROM <sup>[1]</sup> | 110,0                | 111,6   | 112,6 | 112,1 | 111,3 | 111,3 | 111,7          | 113,1 | 111,4 | 111,9 | 111,9 |                                       |  |
| T. MAX <sup>[3]</sup>  | 110,0                | 112,2   | 113,3 | 112,8 | 112,0 | 112,1 | 113,7          | 113,8 | 112,1 | 114,0 | 113,9 |                                       |  |
| T. MIN <sup>[4]</sup>  | 110,0                | 110,7   | 111,7 | 111,2 | 110,4 | 110,3 | 109,1          | 112,2 | 110,5 | 109,1 | 109,4 |                                       |  |
| DTT <sup>[5]</sup>     | 0,0                  | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,8   | 4,6            | 1,6   | 1,6   | 4,9   | 4,4   |                                       |  |

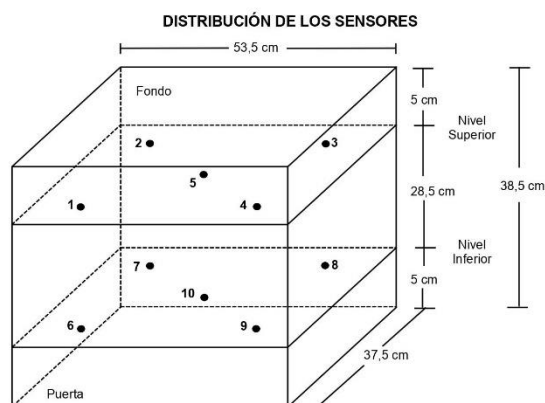


**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

| Parámetro                            | Valor<br>( °C ) | Incertidumbre<br>Expandida<br>( °C ) |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida            | 114,0           | 0,4                                  |
| Mínima Temperatura Medida            | 109,1           | 0,5                                  |
| Desviación Temperatura en el Tiempo  | 4,9             | 0,1                                  |
| Desviación Temperatura en el Espacio | 1,8             | 0,5                                  |
| Estabilidad Medida ( ± )             | 2,45            | 0,04                                 |
| Uniformidad Medida                   | 3,1             | 0,5                                  |

**GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES**





- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

**FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO**



Certificado : TC - 4371 - 2020  
Página : 5 de 5

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm \frac{1}{2}$  máx. DTT.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO







Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-5684-2019

PROFORMA : 2004A

Fecha de emisión : 2019 - 08 - 02

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA DE CONCRETO

Marca : ELE  
Modelo : ADR TOUCH  
N° Serie : 1887-1-00074  
Intervalo de indicación : 120000 kgf  
Resolución : 0,1 kgf  
Procedencia : No Indica  
Código de Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2019 - 08 - 01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de LEMICONS S.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

| MAGNITUD         | INICIAL | FINAL  |
|------------------|---------|--------|
| TEMPERATURA      | 19,2°C  | 19,1°C |
| HUMEDAD RELATIVA | 72,0%   | 72,0%  |

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC-5684-2019  
Página : 2 de 2

#### TRAZABILIDAD

| Patrón de Referencia  | Patrón de Trabajo                                       | Certificado de Calibración |
|---|---|----------------------------|
| Balanza de Presión<br>Clase de Exactitud 0,005<br>DM-INACAL | Manómetro de 0 bar a 700 bar<br>Clase de Exactitud 0,05 | LFP - C - 029 - 2019       |

| RESULTADOS                                |                     |   |                     |                     |
|---|---------------------|---|---------------------|---------------------|
| INDICACIÓN DEL EQUIPO<br>BAJO CALIBRACIÓN |                     | VALOR<br>CONVENCIONALMENTE<br>VERDADERO | CORRECCIÓN          | INCERTIDUMBRE       |
| kgf                                       | kgf/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup>                     | kgf/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup> |
| 102                                       | 0,61                | 0,61                                    | 0,00                | 0,02                |
| 200                                       | 1,10                | 1,11                                    | 0,01                | 0,02                |
| 500                                       | 2,72                | 2,68                                    | -0,04               | 0,02                |
| 800                                       | 4,33                | 4,26                                    | -0,07               | 0,02                |
| 1000                                      | 5,40                | 5,30                                    | -0,10               | 0,02                |
| 5000                                      | 26,77               | 26,26                                   | -0,51               | 0,02                |
| 10000                                     | 53,46               | 52,44                                   | -1,02               | 0,03                |
| 20000                                     | 107,17              | 105,12                                  | -2,05               | 0,05                |
| 50000                                     | 266,47              | 261,35                                  | -5,12               | 0,07                |
| 80000,5                                   | 423,45              | 415,30                                  | -8,15               | 0,09                |

#### OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: [informes@testcontrol.com.pe](mailto:informes@testcontrol.com.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LL - 361 - 2019***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>1. Expediente</b>                   | <b>190844</b>   | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).   |
| <b>2. Solicitante</b>                  | <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b>   |   |
| <b>3. Dirección</b>                    | Cal. La Madrid N° 264 Asc. Los Olivos, San Martín de Porres - Lima - LIMA |   |
| <b>4. Instrumento de Medición</b>      | <b>COMPARADOR DE CUADRANTE ( DIAL )</b>                                   | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| <b>Alcance de indicación</b>           | 0 mm a 25 mm  |   |
| <b>División de Escala / Resolución</b> | 0,01 mm   |   |
| <b>Marca</b>                           | BAKER   | METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.   |
| <b>Modelo</b>                          | J08A  |   |
| <b>Número de Serie</b>                 | R7280   |   |
| <b>Procedencia</b>                     | NO INDICA   |   |
| <b>Identificación</b>                  | NO INDICA   | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.   |
| <b>Tipo de indicación</b>              | ANALÓGICO   |   |
| <b>5. Fecha de Calibración</b>         | 2019-09-20  | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.  |

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

2019-09-20

  
JUAN C. QUISPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LL - 361 - 2019***Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 20,6 °C | 20,8 °C |
| Humedad Relativa | 69 %    | 69 %    |

**9. Patrones de Referencia**

| Trazabilidad                                    | Patrón utilizado                           | Certificado/Informe de calibración |
|---|--|------------------------------------|
| BLOQUES PATRÓN (Grado K)<br>170439001           | BLOQUES PATRÓN (Grado 0)<br>Modelo 4100-47 | DM / INACAL<br>LLA-C-091-2018      |
| COMPARADOR MECANICO DE<br>BLOQUES: LLA-138-2018 |  |                                    |

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LL - 361 - 2019***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )

| VALOR PATRÓN<br>( mm ) | INDICACIÓN DEL<br>COMPARADOR<br>( mm ) | ERROR<br>DE INDICACIÓN<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|------------------------|--|---|
| 2,500                  | 2,502                                  | 2   |
| 5,000                  | 5,001                                  | 1   |
| 7,500                  | 7,501                                  | 1   |
| 10,000                 | 10,001                                 | 1   |
| 12,500                 | 12,500                                 | 0   |
| 15,000                 | 15,002                                 | 2   |
| 17,500                 | 17,502                                 | 2   |
| 20,000                 | 20,001                                 | 1   |
| 22,500                 | 22,502                                 | 2   |
| 25,000                 | 25,001                                 | 1   |

Alcance del error de indicación ( $f_e$ ) : 2  $\mu\text{m}$ Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 3 \mu\text{m}$  para ( $k=2$ )ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )

| VALOR PATRÓN<br>( mm ) | INDICACIÓN DEL<br>COMPARADOR<br>( mm ) | ERROR<br>DE INDICACIÓN<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|------------------------|--|---|
| 22,500                 | 22,502                                 | 2   |
|                        | 22,502                                 | 2   |
|                        | 22,502                                 | 2   |
|                        | 22,502                                 | 2   |
|                        | 22,502                                 | 2   |

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ) : 0  $\mu\text{m}$ Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 3 \mu\text{m}$  para ( $k=2$ )**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.