

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE  
ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA  
DE COCO, JAÉN – CAJAMARCA, 2022**

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

**Autores: Bach. Dany Torres García**

**Bach. Kelly Jhilery Astochado Perez**

**Asesor: Mg. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban**

**Línea de investigación: Estructuras**

**JAÉN - PERÚ, ENERO, 2024.**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 12 de enero del año 2024, siendo las 10:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva  
Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca  
Vocal : Mg. Jose Luis Piedra Tineo

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- ( ) Trabajo de Investigación  
( X ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

*"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO JAÉN – CAJAMARCA, 2022"*, presentado por los Bachilleres *Kelly Jhilery Astochado Perez y Dany Torres García*, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )    |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( 15 ) |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | ( )    |

Siendo las 11:20 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva  
Presidente



Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca  
Secretario



Mg. José Luis Piedra Tineo  
Vocal

NOMBRE DEL TRABAJO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN\_V1.pdf**

AUTOR

**Dany Torres García y Kelly Jhiley Astochado Perez**

RECuento DE PALABRAS

**10017 Words**

RECuento DE CARACTERES

**53015 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**75 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.7MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 5, 2023 10:02 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 5, 2023 10:03 PM GMT-5**

● **12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Christiana Zuleida Apaza Panca*  
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

# ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS .....	4
ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. OBJETIVOS .....	12
2.1. Objetivo general .....	12
2.2. Objetivos específicos .....	12
III. MATERIAL Y MÉTODOS .....	13
3.1. Localización del estudio .....	13
3.2. Población .....	14
3.3. Muestra .....	14
3.4. Muestreo .....	15
3.5. Variables de la investigación .....	15
3.6. Fuentes de Información .....	15
3.7. Métodos .....	16
3.8. Técnicas .....	16
3.9. Procedimiento .....	17
IV. RESULTADOS .....	23
4.1. Clasificación del sustrato para la elaboración de adobes .....	23
4.2. Dosificación óptima de fibra de coco que otorga la mejor resistencia a la compresión al adobe .....	23
4.3. Comparación de la resistencia a la compresión de los adobes estabilizados con fibras de coco con la Norma E.080 .....	27
Análisis Estadístico .....	28
V. DISCUSIÓN .....	29
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31



6.1. Conclusiones.....	31
6.2. Recomendaciones .....	32
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
AGRADECIMIENTO .....	36
DEDICATORIA.....	37
ANEXOS .....	38
Anexo 01: Validación de formatos para la recolección de datos en laboratorio .....	39
Anexo 02: Resultados de ensayos de suelos.....	44
Anexo 03: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.....	49
Anexo 04: Documentación correspondiente al laboratorio .....	55
Anexo 05: Memoria de cálculo del análisis estadístico.....	62
Anexo 06: Panel fotográfico.....	67




 Juan A. González González  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 100157





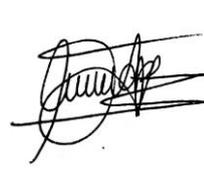

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Cantidad de probetas por tratamiento que conforman la población.</i>	14
Tabla 2.	<i>Cantidad de probetas a ser ensayadas para la muestra.</i>	15
Tabla 3.	<i>Dosificación de fibras para cada tratamiento.</i>	19
Tabla 4.	<i>Diseño Completamente al Azar (DCA) aplicando 4 grupos con 9 reiteraciones con acomodo factorial</i>	20
Tabla 5.	<i>Resultados obtenidos de los ensayos del Suelo. (Ver Anexo 01)</i>	21
Tabla 6.	<i>Resultado de la resistencia a la compresión de los adobes Testigos. (Ver Anexo 02)</i>	22
Tabla 7.	<i>Resultado de la resistencia a la compresión del tratamiento con 2.5% de fibra de coco. (Ver Anexo 02)</i>	23
Tabla 8.	<i>Resultado de la resistencia a la compresión del tratamiento con 5% de fibras de coco. (Ver Anexo 02)</i>	23
Tabla 9.	<i>Resultado de la resistencia a la compresión del tratamiento con 7.5% de fibras de coco. (Ver Anexo 02)</i>	24
Tabla 10.	<i>Resultados del Análisis de varianza (ANOVA). (Ver Anexo 03)</i>	27
Tabla 11.	<i>Prueba de comparación de promedios Tukey. (Ver Anexo 03)</i>	27
Tabla 12.	<i>Diseño Experimental Completamente al Azar (D.C.A) para la Resistencia a la Compresión.</i>	58
Tabla 13.	<i>Análisis de Varianza (ANOVA).</i>	59
Tabla 14.	<i>Comparación de medias de los tratamientos.</i>	60
Tabla 15.	<i>Diferencia entre tratamientos.</i>	61
Tabla 16.	<i>Determinación de la superioridad entre los tratamientos.</i>	61



## ÍNDICE DE FIGURAS

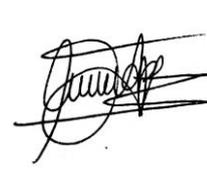
Figura 1.	Macrozonificación de la investigación.	13
Figura 2.	Microzonificación de la investigación.	13
Figura 3.	Localización del área intervenida.	13
Figura 4.	Flujograma del procedimiento de la investigación.	25
Figura 5.	Comparación de la resistencia a la compresión entre tratamientos (kg/cm <sup>2</sup> ).	26
Figura 6.	Comparación de la resistencia a la compresión de los tratamientos con la Norma E.080.	27
Figura 7.	Formato para la determinación del contenido de humedad del suelo en laboratorio.	
Figura 8.	Formato para la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo en laboratorio.	
Figura 9.	Formato para el análisis granulométrico del suelo en laboratorio.	
Figura 10.	Formato para la determinación de la resistencia a la compresión de las muestras de adobe en laboratorio.	
Figura 11.	Proceso de extracción de la fibra de coco.	63
Figura 12.	Zarandeo del suelo para la elaboración de adobes.	63
Figura 13.	Mezclado de la fibra de coco con el sustrato.	64
Figura 14.	Proceso de Dormido de la mezcla por 48 horas para la activación de las arcillas.	64
Figura 15.	Moldeado y desencofrado de las probetas de adobe.	65
Figura 16.	Elaboración de los especímenes testigos.	65
Figura 17.	Desencofrado de todas las probetas de adobe.	66
Figura 18.	Fabricación de las probetas para los 4 tratamientos.	66
Figura 19.	Rotulado y codificado de las muestras para su posterior ensayo.	67
Figura 20.	Registro de las dimensiones de los especímenes.	67
Figura 21.	Ensayo de resistencia a la compresión.	68
Figura 22.	Probeta fracturada por el aplastamiento axial de la prensa.	68
Figura 23.	Validación por el responsable del laboratorio.	69
Figura 24.	Evidencia de la matriz de fibra de coco en la muestra.	69



## RESUMEN

Esta investigación, se realizó con el objetivo esencial de estudiar la influencia de la incorporación de fibras de coco en la resistencia a la compresión del adobe en la ciudad de Jaén. Se realizaron pruebas de campo en una cantera ubicada en el asentamiento humano Fila Alta para identificar el suelo adecuado para el adobe. Luego, en el laboratorio, se clasificó el suelo y en simultaneo se reciclaron los frutos de coco para extraer y preparar sus fibras. La dosificación de fibras fue de acuerdo a cada tratamiento, y la mezcla de barro se moldeó en probetas de 0.1 m de arista. Se fabricaron adobes patrones y con adición de fibras de coco en proporciones del 2.5%, 5% y 7.5%. Estos adobes se secaron durante 30 días. Cada muestra constaba de 9 especímenes por tratamiento. Los datos se procesaron mediante un método experimental aleatorio (DCA), Análisis de Varianza (ANOVA) y la prueba Tukey. Los resultados obtenidos fueron: 13.69 kg/cm<sup>2</sup>, 19.11 kg/cm<sup>2</sup>, 19.92 kg/cm<sup>2</sup> y 21.44 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Se concluyó que la adición de fibra de coco mejora la resistencia a la compresión del adobe, y que su incremento es proporcional a la cantidad de fibra utilizada.

**Palabras clave:** Resistencia a la compresión, adobe, fibra de coco.



## ABSTRACT

This research was carried out with the essential objective of studying the influence of the incorporation of coconut fibers on the compressive strength of adobe in the city of Jaén. Field tests were carried out in a quarry located in the Fila Alta human settlement to identify the suitable soil for adobe. Then, in the laboratory, the soil was classified and simultaneously the coconut fruits were recycled to extract and prepare their fibers. The dosage of fibers was according to each treatment, and the mud mixture was molded into specimens with an edge of 0.1 m. Pattern adobes were manufactured with the addition of coconut fibers in proportions of 2.5%, 5% and 7.5%. These adobes were dried for 30 days. Each sample consisted of 9 specimens per treatment. The data were processed using a randomized experimental method (DCA), Analysis of Variance (ANOVA) and the Tukey test. The results obtained were: 13.69 kg/cm<sup>2</sup>, 19.11 kg/cm<sup>2</sup>, 19.92 kg/cm<sup>2</sup> and 21.44 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. It was concluded that the addition of coconut fiber improves the compressive strength of adobe, and that its increase is proportional to the amount of fiber used.

**Keywords:** Compressive strength, adobe, coconut fiber.



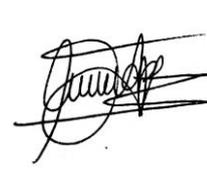
## I. INTRODUCCIÓN

El adobe es un material antiguo cuyo uso ha disminuido significativamente debido a la introducción y preferencia por materiales modernos. Inicialmente propuesto como una alternativa popular y práctica para abordar la escasez de viviendas en comunidades pobres o poco desarrolladas, su empleo actualmente genera una conciencia colectiva sobre las condiciones de vida de baja calidad. A pesar de las ventajas culturales y sostenibles del adobe, como su fácil acceso a materias primas y bajo costo, ha experimentado una pérdida de valor y reconocimiento social. Esto ha resultado en el deterioro de los saberes ancestrales y la falta de interés por parte de las nuevas generaciones. Con el tiempo, el campo del adobe no solo ha decaído, sino que también ha llevado a que muchos jóvenes ya no aprendan el arte de sus padres y abuelos, lo que implica una pérdida de conocimientos (Rivera *et al.*, 2020).

En el departamento de Cajamarca más del 70% de viviendas son fabricadas utilizando adobe o tierra (INEI, 2017); mayormente en las zonas rurales por el motivo que son más económicas y el material es más disponible. Estas viviendas debido a su material suelen tener poca resistencia y estabilidad, lo que las hace vulnerables a movimientos telúricos, y como se sabe, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), no les confiere valor estructural alguno (Mantilla, 2018).

Asimismo, la baja resistencia mecánica que ofrece el adobe, es una de las primordiales complicaciones para las construcciones hechas con este material, motivo que estas viviendas no poseen pilares estructurales que distribuyan las fuerzas de gravedad de las edificaciones hacia el suelo de fundación debiendo ser soportadas sobre sus paredes las cuales desempeñan la función de soporte y tabiquería, siendo esta una motivación urgente para perfeccionar la eficiencia del adobe en cuanto a incrementar su resistencia a la compresión (Perez & Pérez, 2020).

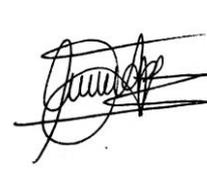
Además, se considera que las propiedades del adobe resultan mejoradas con la adición de fibras orgánicas, por el motivo que estas fibras restringen las variaciones de volúmenes que se originan en la pieza durante el procedimiento de contracción que acontece en la desecación. Es decir, impide que la pieza se fisure en abundancia durante este periodo. Sus propiedades mecánicas son bastantes diversas y dependen mucho de los ambientes en los que se encuentra la fibra (Alayo, 2018).



La estructura celular de la fibra de coco está conformada por celulosa y lignina, las cuales otorgan una consistencia de fibra muy rígida y dura, que comúnmente se utiliza para la producción de alfombrillas, cepillos, colchones, escobas, cuerdas y redes de pesca, y su capacidad de resistencia mecánica a la ruptura es tan fuerte que incluso lo comparan con el yute y la sogá de sisal (Mendoza, s. f.)

Existen investigaciones científicas que confirman lo expresado anteriormente, como es la de Paredes & De la Cruz (2017) quienes investigaron el empleo de estabilizadores en adobes con el propósito de elevar la resistencia a la compresión de este material. Como parte de su investigación, llevaron a cabo pruebas de resistencia a la compresión en muestras de arcilla que contenían distintas proporciones de fibras de coco en relación al volumen de la muestra: 5%, 10%, 15%, 20%, y un grupo de control. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: 4.13MPa, 4.79MPa, 4.63MPa, 4.90MPa y 4.06MPa. A partir de estos resultados, llegaron a la conclusión de que la resistencia a la compresión de la arcilla aumenta proporcionalmente a la cantidad de fibra de coco presente en la mezcla. También destacaron que las partículas conservan cierta elasticidad incluso después de fracturarse, funcionando como un tejido que previene daños al suelo. Con los hallazgos de su estudio sugirieron que la incorporación de estabilizadores de fibra de coco puede representar una táctica segura para perfeccionar las propiedades mecánicas de los adobes, ofreciendo así una opción interesante y sostenible para su aplicación en proyectos de construcción.

Asimismo, Cabrera y Goicochea (2022) llevaron a cabo un estudio sobre el comportamiento de adobes comprimidos mediante la incorporación de fibras de mesocarpio de coco en la ciudad de Jaén. El objetivo principal del estudio consistió en examinar el efecto de estas fibras en la resistencia a la compresión del adobe. Durante el experimento, los investigadores elaboraron muestras de adobe reemplazando diferentes porcentajes de cáscara de arroz por fibra de coco de tamaño mediano. Los porcentajes utilizados fueron los siguientes: 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, dando como resultados 9.78 kg/cm<sup>2</sup>, 12.32 kg/cm<sup>2</sup>, 12.44 kg/cm<sup>2</sup>, 12.38 kg/cm<sup>2</sup>, 12.21 kg/cm<sup>2</sup> y 9.78 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Se pudo concluir que el tratamiento que mostró una mayor resistencia a la compresión contenía un 10% de fibra de coco, este resultado indica que la adición de un 10% de fibra de coco aumenta significativamente la resistencia a la compresión del adobe en comparación con un mayor porcentaje de fibra



Por otro lado, López y Teque (2021) estudiaron el efecto de las fibras del coco en las propiedades mecánicas del adobe. El objetivo principal del estudio era comprobar cómo la adición de varias proporciones de fibra de coco (0%, 2%, 3% y 4%) afecta a las propiedades mecánicas. Los resultados de los tratamientos fueron los siguientes: 12,5 kg/cm<sup>2</sup>, 13,6 kg/cm<sup>2</sup>, 15,0 kg/cm<sup>2</sup> y 11,6 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Concluyeron que el contenido óptimo de fibra de coco para aumentar la resistencia a la compresión del adobe era del 3%. Sin embargo, sobrepasar este nivel afectaría negativamente la estabilidad de la pieza. En general, los resultados sugirieron que agregar un 3% de fibra de coco en lugar de paja de arroz resulta beneficioso para incrementar la resistencia, pero exceder esta proporción puede tener un impacto adverso en la resistencia del material.

Además, Ticona (2020) en su investigación llevó a cabo un análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe con fibra de coco en la ciudad de Huancané, Puno. El objetivo principal de su estudio fue evaluar diversas propiedades del adobe reforzado con fibra de coco, tales como su resistencia a la compresión, tracción, flexión y absorción de agua. Para este propósito, se utilizó muestras con diferentes fracciones de fibras de coco: 0,5%, 1% y 2%, y también se incluyó un grupo de control sin fibras de coco. Los resultados obtenidos fueron los siguientes para la resistencia a la compresión: 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 12,7 kg/cm<sup>2</sup>, 11.3 kg/cm<sup>2</sup> y 14,2 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Se observó que, al ensayar adobes reforzados con fibras de coco como estabilizador, la resistencia a la compresión disminuye en comparación con los adobes convencionales. Concluyendo que su estudio evidencia que el incremento de fibras de coco como estabilizador, afecta la resistencia a la compresión del material. Por lo tanto, es importante tener en cuenta este factor al aplicar la técnica de estabilización con fibras de coco.

También, Chávez (2019) llevó a cabo una investigación en Cajamarca con el propósito de estudiar las propiedades físico-mecánicas de ladrillos de adobe que cuentan con fibras de coco. El objetivo primordial de este estudio fue examinar las características físico-mecánicas del adobe compactado producido en una máquina CIMVA RAM mediante la añadidura de fibra de coco. Para el estudio se prepararon especímenes con varias dosificaciones de fibra de coco en relación al peso de la muestra, y también se incluyó un grupo de control. Los porcentajes de fibra de coco utilizados fueron: 0,25%, 0,50% y 0,75%. Los resultados obtenidos fueron los siguientes para la resistencia a la compresión: 36,83 kg/cm<sup>2</sup>, 32,72 kg/cm<sup>2</sup>, 23,30 kg/cm<sup>2</sup> y 28,21 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Se determinó que la adición de fibra de coco aumentó la resistencia a la compresión del adobe comprimido en comparación con el grupo de control. En conclusión, se demostró que incorporar fibra de coco al adobe prensado en cantidades óptimas puede mejorar significativamente su resistencia a la compresión, lo que sugiere que esta técnica puede ser una opción importante para fortalecer este material en aplicaciones de construcción.

Por todo lo antes mencionado nos trazamos la consecuente pregunta de indagación: ¿La incorporación de fibra de coco aumentará la resistencia a la compresión del adobe artesanal, Jaén – Cajamarca, 2022?

Además, este estudio se justifica desde el punto de vista social, técnico y ambiental, porque se enfoca en estudiar la resistencia a la compresión de ladrillos de barro crudo elaborados con fibras de coco, por la causa que en el departamento de Cajamarca aún concurre un consumo importante de la utilización de estas piezas para la edificación de casas 70.3%. Además, el adobe promete poca firmeza a la compresión y juntamente escasea de flexibilidad, poniendo en inseguridad a los usuarios que obran con estos bloques de albañilería, asociado a esto, el inoperante reciclamiento de toneladas de desechos que generan los frutos del coco, no pudiendo ser aprovechados ni reutilizados, generando acumulación de basura en el medio ambiente, por lo que su incorporación a estas piezas de construcción, mejoraría la resistencia a la compresión de este material, para darle mejor protección a los usuarios que edifican con este material, principalmente ante el soporte a compresión y de esta manera también contribuir a la reducción de la contaminación ambiental.


Antonio A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157



## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión del adobe artesanal con la incorporación de fibras de coco, Jaén – Cajamarca, 2022.

### 2.2. Objetivos específicos

- Clasificar el sustrato a utilizar para la elaboración del adobe artesanal.
- Determinar la dosificación óptima de fibra de coco para obtener la mejor resistencia a la compresión del adobe elaborado.
- Comparar la resistencia a la compresión de los adobes estabilizados con fibras de coco con la estipulada en la Norma E.080.


Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157



### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del estudio.

##### a. Trabajo de Campo.

##### Ubicación

Región: Cajamarca

Provincia: Jaén

Distrito: Jaén

Asentamiento Humano: Fila Alta.

Los trabajos en campo se realizaron en una cantera situada en el asentamiento humano Fila Alta, que pertenece a la jurisdicción del distrito y provincia de Jaén, departamento Cajamarca a 814 m s.n.m., con coordenadas 5°44'37''S y 78°47'16''W.

**Figura 1**

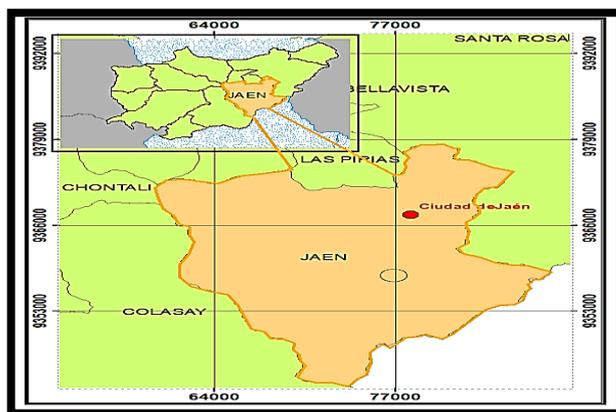
*Macrozonificación de la investigación.*



Fuente: Ayala & Hernández, 2019.

**Figura 2**

*Microzonificación de la investigación.*



Fuente: Ayala & Hernández, 2019.

**Figura 3**

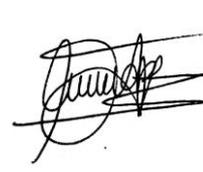
*Localización del área intervenida*



Fuente: Google Earth, 2022.



Antonio A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 104157



### ***b. Trabajo de Laboratorio.***

Los ensayos fueron ejecutados en el laboratorio de ensayo de materiales y pavimentos UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L., situado en la localidad de Jaén, encontrándose registrado y adscrito por INDECOPI.

### **3.2. Población**

Considerando que Jwigodski (2010) establece que es la agrupación general de medidas o individuos que poseen peculiaridades en común visibles en un espacio de estudio y en un tiempo explícito. Para esta investigación la población estuvo conformada por 60 muestras, correspondiendo 15 especímenes a cada tratamiento con fibra de coco (2.5 %, 5 %, 7.5 %) y el testigo.

**Tabla 1**

*Cantidad de probetas por tratamiento que conforman la población.*

Probetas con el 2.5% de adición de fibras de coco	15 bloques
Probetas con el 5% de adición de fibras de coco	15 bloques
Probetas con el 7.5% de adición de fibras de coco	15 bloques
Probetas Testigos	15 bloques
<b>Población Total</b>	<b>60 bloques</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### **3.3. Muestra**

Para poblaciones finitas se determina con la ecuación siguiente:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

d= Precisión (para este estudio se requiere =0.05).

N = Total de la población (para esta investigación son 60).

q= 1 – p (para esta investigación 95%)

$Z_a^2 = 1.96^2$  (cuando la seguridad es 0.05)

p= Fracción deseada (para este estudio = 0.05)



$$n = \frac{60 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2(60 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

n= 34 especímenes

Inmediatamente se estableció la proporción de la muestra  $f$  y a continuación el prototipo del ejemplar en sus fracciones.

$$f = n/N$$

$$f = 34/60$$

$$f = 0,57$$

**Prototipo de la muestra** =  $f$  \* fragmentos de la población

**Tabla 2**

*Cantidad de probetas a ser ensayadas para la muestra.*

Probetas con el 2.5% de adicción de fibras de coco	(0.57*15) = 9 bloques
Probetas con el 5% de adicción de fibras de coco	(0.57*15) = 9 bloques
Probetas con el 7.5% de adicción de fibras de coco	(0.57*15) = 9 bloques
Probetas Testigos	(0.57*15) = 9 bloques
<b>Total</b>	<b>36 bloques</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se determinó una muestra representativa de 9 probetas para cada tratamiento, las cuales otorgan confiabilidad en sus resultados, puesto que, supera a la expectativa de la Norma E.080 que en su Artículo 8 establece 6 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión del adobe.

### 3.4. Muestreo

Se procedió a realizar un muestreo aleatorio estratificado debido a que el universo esta fragmentado en cuatro dosificaciones (grupos).

### 3.5. Variables de la investigación

**Variabes Independientes:** Fibra de coco 0%, 2.5%, 5% y 7.5%.

**Variabes Dependientes:** Resistencia a la compresión del adobe.

### 3.6. Fuentes de Información

Se consultaron fuentes de averiguación primarias, utilizando bases de datos (INEI, 2017), tesis, artículos científicos, informes técnicos, libros, etc. Además, se consultaron



Ing. A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157




fuentes informativas secundarias, así como fichas técnicas, separatas, manuales, etc. Estas fuentes nos suministraron averiguación oportuna y adicional.

### 3.7. Métodos

#### *a. Deductivo*

Va desde las deducciones generales a las específicas y por presunción se decretan los hechos precisos, dependiendo su autenticidad de la validez de las sospechas tomadas como base (Westreicher, 2020). A este estudio le corresponde esta metodología porque presume la contemplación de una anomalía, para consecutivamente manifestar su suposición, y seguidamente cotejar y discrepar la suposición planeada.

#### *b. Analítico*

Consiste en la desintegración de un todo, descomponiéndolo en sus fracciones o elementos para observar los orígenes, naturaleza y los efectos, estando la observación y examinación, como el análisis de un hecho en específico (Hernández, 2017). Ha este estudio le pertenece esta metodología puesto que estudió de manera intensa cada elemento que la concierne, y se analizó cada cuantificación con la finalidad de establecer la proporción de fibra de coco que incide en la mejor firmeza a la compresión de los adobes elaborados.

### 3.8. Técnicas

#### *a. Experimentación*

Replica un fenómeno originario observado en un contorno controlado, de modo tal de poder calcular, observar y representar sus efectos, y así percibir sus causas y consecuencias mermando las variables inéditas o inesperadas (Editorial Etecé, 2021). A este estudio le pertenece esta tecnología puesto que fue inspeccionada calculando, contemplando y figurando sus resultados, logrando entenderse sus principios y efectos, mermando las variantes desconocidas o imprevistas.

#### *b. La observación*

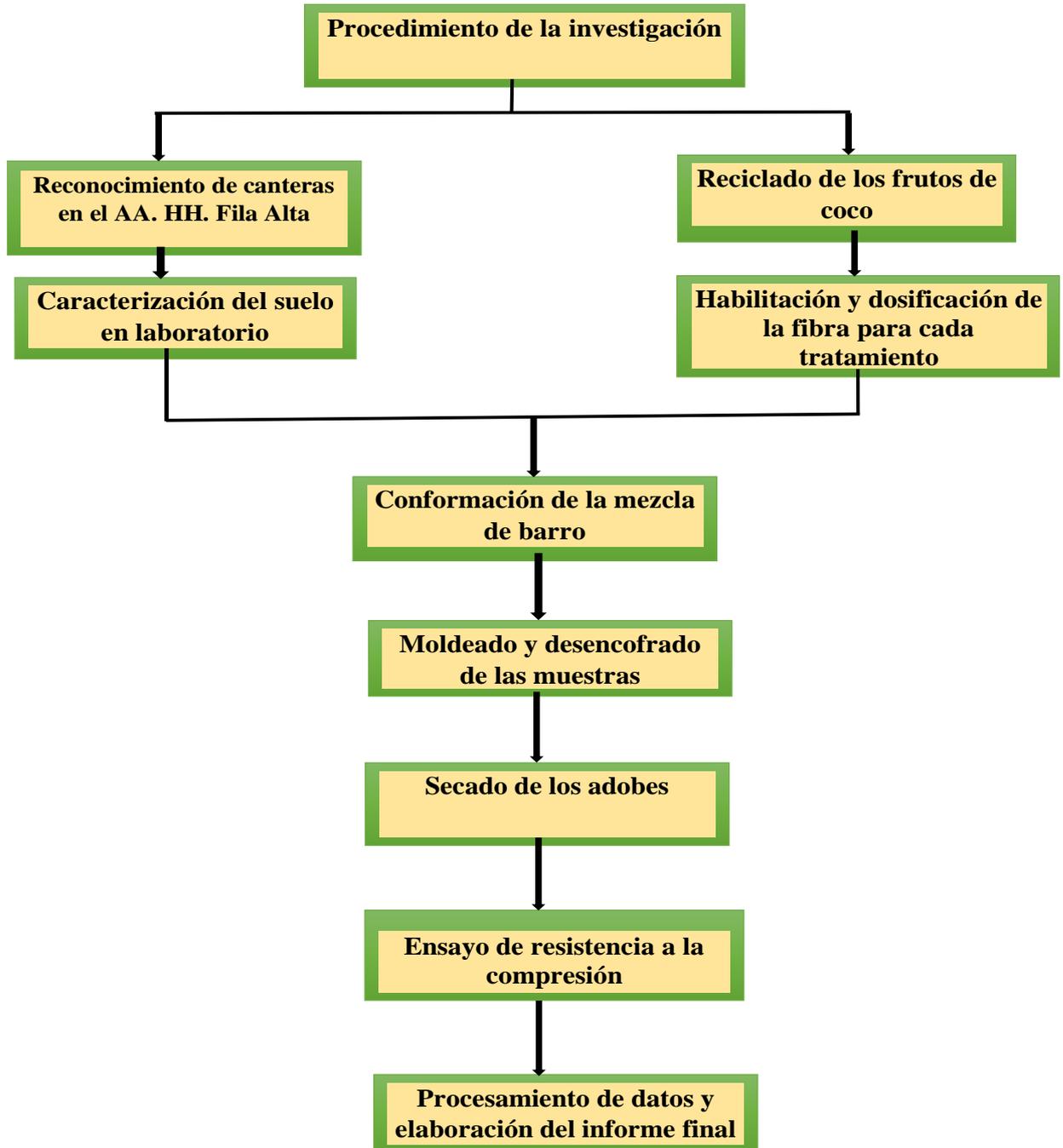
Por qué comprueba el fenómeno que se desea percibir y lo representa, toma nota de sus particularidades, su entorno y lo especifica. Es el primer paso fundamental de todo ejemplo de saber (Editorial Etecé, 2021). A este estudio le concierne esta técnica porque todo el periodo de experimentación se prestó vigilancia a todas las particularidades y sucesos encontrados en su ejecución, proceso y reproducción de resultados.



### 3.9. Procedimiento

Figura 4

Flujograma del procedimiento de la investigación.



Fuente: Elaboración propia, 2023.










**a. Exploración de Canteras.**

Se concurrió a una cantera del asentamiento humano Fila Alta, en la cual se realizaron Pruebas de Campo con la finalidad de establecer la cantera más idónea para la fabricación del adobe a estudiar.

**b. Selección de Canteras.**

Cumpliendo con la normativa E.080, como primer criterio se optó por seleccionar la muestra de tierra más apropiada para la producción de los ladrillos de arcilla cruda mediante la ejecución de ensayos de campo: Prueba de Resistencia Seca, se demostró que ninguna de las cuatro bolas se quebró, fisuraron o partieron en pedazos; y Prueba de Cinta de Barro, esta cinta alcanzó una extensión de 24 cm de longitud.

**c. Clasificación del sustrato para la elaboración de adobes.**

Para la clasificación del suelo se obtuvo una muestra representativa de la cantera elegida y se ejecutó a nivel de laboratorio pruebas estándares reglamentadas siguiendo el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), con el propósito de comprobar técnicamente si el suelo a emplear cumple las condiciones demandadas por la Norma E.080, ejecutándose las siguientes pruebas:

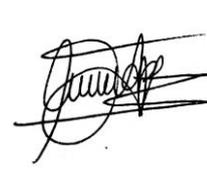
**Contenido de Humedad.**

Se llevó a cabo siguiendo el protocolo MTC E-108 con el objetivo de establecer la proporción entre el porcentaje en peso de agua respecto a un peso específico de suelo y el peso de las partículas sólidas presentes. En el desarrollo de esta prueba, se extrajeron tres muestras de sustrato, las cuales fueron trituradas y pesadas antes de ser sometidas a un proceso de secado en un horno durante un período de 24 horas. Posteriormente, una vez retiradas del horno, las muestras fueron pesadas nuevamente, y se registró la variación de peso resultante, y se aplicó la siguiente expresión para obtener el porcentaje promedio del contenido de humedad del suelo.

$$(\%) = (Ww/Wms) * 100$$



Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 126157



### ***Granulometría.***

El análisis granulométrico se llevó a cabo conforme a la normativa MTC E-107, con el propósito de clasificar las partículas del suelo por su tamaño, con el fin de determinar el porcentaje de partículas de diversos tamaños presentes en la muestra.

Este procedimiento empleó el método de lavado, donde se extrajeron 500 gramos de material seco y se sometieron a un proceso de lavado a través de un tamiz de malla 200 para eliminar el agua, la suciedad y la arcilla. Posteriormente, el material remanente se recopiló en un tamiz y se procedió a su secado en un horno durante un período de 24 horas. Tras el tiempo establecido, la muestra se retiró del horno y se pesó para determinar la cantidad de material perdido durante el proceso de lavado. A continuación, las muestras se sometieron a un tamizado mediante una serie de tamices (desde malla No. 4 hasta No. 200), registrando el peso residual (PR) en cada tamiz y calculando el porcentaje de peso restante en cada uno.

$$\%PR = 100 * PR / Pms$$

También se estableció las proporciones de las masas retenidas acumuladas (%PAR) y se computaron las proporciones atravesantes acumulativas por las mallas:

$$\%PASA = 100 - \%PAR$$

### ***Límites de Atterberg.***

Se estudiaron usando suelo que atravesó el tamiz N°40.

#### ***i. Límite Líquido (LL)***

El ensayo se fundamenta en la normativa MTC E-110, dado que el suelo se sitúa en el umbral entre los estados acuoso y plástico, resulta esencial determinar el contenido de humedad expresado en porcentaje.

En la ejecución de la prueba, se dispusieron aproximadamente 200 gramos de muestras de suelo en el tamiz número. Posteriormente, se colocó una porción de la muestra en un vaso Casagrande y se dividió en dos partes mediante un movimiento. A continuación, se procedió a girar el eje de la herramienta a una velocidad de 2 clics por segundo hasta que la ranura estuviera casi medio cerrada. Durante este proceso, se registró la cantidad de solvente empleada para cerrar la brecha. Para concluir, se extrajo una porción de la muestra de suelo del lugar donde se cerró la brecha para determinar su contenido de agua estándar (W%) y se repitió la misma prueba dos o más veces. En cada



Antonio A. González Rodríguez  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157



repetición, se añadió agua de forma incremental, considerando el número de tarjetas necesarias para cerrar el espacio entre 10 y 35. Finalmente, se evaluó la forma del flujo y su caudal en papel semilogarítmico para determinar el límite de flujo (LL) como un valor predefinido a partir de 25 golpes del gráfico.

#### *ii. Límite Plástico e Índice de Plasticidad (LP y IP)*

La evaluación se llevó a cabo siguiendo las pautas establecidas en la normativa MTC E-111, donde la muestra seca fue tamizada mediante el tamiz número 40 y mezclada con agua hasta alcanzar una consistencia y uniformidad homogéneas. Posteriormente, la masa fue amasada y dividida en tres partes. Se tomó la porción amasada y se colocó sobre un vaso, aplicando una presión suave con el peso de la mano hasta obtener un espesor aproximado de 3 mm. Se permitió que la masa se escurriera. Este procedimiento se replicó en otras secciones del suelo, y luego se determinó el límite plástico (LP), que corresponde al contenido de humedad promedio (W%). El índice de plasticidad (PI) se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Finalmente, con base en los resultados obtenidos de estas pruebas, se clasificó el suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

#### *d. Reciclaje de la fibra de coco*

Las fibras de coco que se utilizaron como estabilizador para la fabricación de adobes, se obtuvieron de los vendedores ambulantes que comercializan este fruto como bebidas naturales refrescantes en la ciudad de Jaén. Su obtención fue muy accesible, ya que estos vendedores desechan este material como desperdicio, no sirviéndoles para ningún propósito, generando contaminación en el entorno. Estas fibras fueron desprendidas del fruto en estado seco, para posteriormente ser habilitadas en tamaños de aproximadamente 5 cm de longitud.

#### *e. Proporción de fibra para cada tratamiento*

Conseguidas las Fibras de Coco en las longitudes deseadas, se pesaron sus diversas proporciones de acuerdo a cada tratamiento. Las muestras pertenecientes al grupo de 0% se fabricaron con cáscara de arroz, las cuales fueron utilizadas para ser ensayadas como especímenes testigos. Las dosificaciones se realizaron de la siguiente manera:

- ✓ Las dimensiones del bloque elaborado son 0.1m largo x 0.1m ancho x 0.1m altura

$$\text{Volumen} = 0,001\text{m}^3$$



Antonio A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157



- ✓ La masa específica del adobe es = 1600 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ La cantidad de probetas a fabricar para cada tratamiento es = 15

Entonces tenemos que:

$$0,001 \text{ m}^3 * 15 * 1600 \text{ kg/m}^3 = 24 \text{ kg}$$

**Tabla 3**

*Dosificación de fibras para cada tratamiento.*

Porcentajes	Masa de 15 probetas (kilogramos)	Masa de las fibras del coco (kilogramos)
2.5%	24 kilogramos	0,6 kg
5%	24 kilogramos	1,2 kg
7.5%	24 kilogramos	1,8 kg
Testigo	24 kilogramos	Cáscara de arroz

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### *f. Elaboración del Adobe*

Después de elegida la cantera conteniendo material apropiado para la fabricación de los adobes, se cernió el sustrato para la habilitación de la mezcla, luego se condicionó el suelo añadiendo cantidades de fibras de coco de acuerdo a los porcentajes. Con el objetivo de conseguir la conformación de la mezcla, esmeradamente se procedió añadir agua limpia considerando de no exceder el 20 % de la masa del contenido seco de la muestra, como según lo demanda la normativa E. 080.

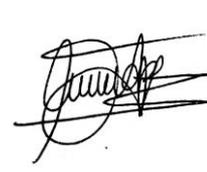
Contenido de Humedad = 11.1%

20% - 11.1% = 8.9%

24 kg \* 8.9% = 2,14 kg  $\cong$  2,14 litros de agua

Siendo este el importe de agua que se complementó para preparar 15 especímenes para los tratamientos, teniendo en cuenta que el suelo ya disponía de 11.1% de humedecimiento siendo 2,66 litros de líquido comprendido en el suelo para la preparación las probetas.

Posteriormente la tierra fue bien batida para impedir espacios porosos, y posteriormente la composición de barro fue abrigada con una carpa de polietileno dejándola descansar por 2 días. Después se la desparramó en una gavera de 0.1m de arista



en una superficie cubierta con arena fina, para evitar encogimiento y contracción en el secado.

### ***g. Secado de los Adobes***

Este proceso fue lento y prevenido de los agentes climáticos, efectuándose en tendales preservados de la luz solar y del viento por un tiempo de 30 días. Protegido el tendal (de hierbas y de cemento) se le dispersó arena fina para evitar restricciones a lo largo del encogimiento del proceso de desecación de acuerdo a lo descrito en la normativa E.080. Las probetas terminadas quedaron libres de elementos indeseables, rajaduras y demás desperfectos que logren disminuir su tenacidad y estabilidad.

Las muestras elaboradas fueron 60 en general para los 4 tratamientos, perteneciéndole 15 muestras para cada dosificación de fibra de coco, de los cuales se escogió al azar para cada grupo solamente 09 muestras, haciendo un total de 36 especímenes que se experimentaron a resistencia a la compresión. Los bloques fueron piezas de 0.1m de canto, cumpliendo con la Norma E.080. Igual procesamiento se efectuó para fabricar las probetas con 0% de fibra de coco las cuales fueron utilizadas como la muestra patrón, utilizándose pajilla de arroz para su elaboración.

### ***h. Ensayo de Resistencia a la Compresión***

Esta prueba se ejecutó en un laboratorio de ensayo de materiales y Pavimentos privado, consistiendo en someter los bloques de adobes elaborados al ensayo de resistencia compresión, usando una Prensa Hidráulica para fracturar bloques, y así establecer la cantidad de Kg/cm<sup>2</sup> que soportan las muestras antes de fracturarse, lográndose obtener la carga que resiste a compresión en relación a la superficie del área superficial de la muestra. Este ensayo se amparó en el Artículo 8°, de la normativa E. 080.

### ***I. Análisis de Datos***

**Tabla 4**

*Diseño Completamente al Azar (DCA) aplicando 4 grupos con 9 reiteraciones con acomodo factorial.*

VARIABLES	PORCENTAJE	TRATAMIENTO
	0	T1
Dosificación de Fibra de Coco	2.5	T2
	5	T3



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Culminada la investigación las variables medidas fueron: porcentaje de fibra de coco y resistencia a la compresión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), los resultados se examinaron estadísticamente con un 95% de confiabilidad, mediante ANOVA y prueba de comparación de medias TUKEY.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Clasificación del sustrato para la elaboración de adobes

**Tabla 5**

*Resultados obtenidos de los ensayos del Suelo. (Ver Anexo 01)*

ENSAYOS	RESULTADOS
<b>Cont. Humedad</b>	11.1%
<b>Granulometría:</b>	
-Atraviesa el tamiz N°200	41.8%
- Atraviesa el tamiz N°04	100.0%
<b>Límites de Atterberg</b>	
<b>LL</b>	30.7%
<b>LP</b>	22.0%
<b>IP</b>	8.7%
<b>Clasificación SUCS</b>	CL

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El cuadro 5 muestra que el límite líquido es 30.7%, el límite plástico 22.0%, y por defecto IP es 8.7%, y de acuerdo a la Carta de Plasticidad y considerando los criterios del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), afirmamos que tenemos un suelo con arcillas inorgánicas de media a baja plasticidad (CL), idóneo para la fabricación de adobes.

### 4.2. Dosificación óptima de fibra de coco que otorga la mejor resistencia a la compresión al adobe



**Tabla 6***Resultado de la resistencia a la compresión de los adobes Testigos. (Ver Anexo 02)*

Código de Muestra	Largo de la Probeta (cm)	Ancho de la Probeta (cm)	Área de la Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	9.90	9.80	97.02	1345	13.86	
A2	9.70	9.90	96.03	1408	14.66	
A3	9.90	9.90	98.01	1386	14.14	
A4	9.90	10.00	99.00	1306	13.19	
A5	9.80	9.70	95.06	1428	15.02	13.69
A6	9.90	9.90	98.01	1180	12.04	
A7	9.90	9.80	97.02	1376	14.18	
A8	10.00	9.90	99.00	1172	11.84	
A9	9.80	9.80	96.04	1374	14.31	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La tabla 6 muestra que la resistencia a compresión de los especímenes de la muestra patrón, ascienden a partir de 11.84 kg/cm<sup>2</sup> a 15,02 kg/cm<sup>2</sup>, quedando el importe promedio representativo de los 9 especímenes 13,69 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 7***Resultado de la resistencia a la compresión del tratamiento con 2.5% de fibra de coco. (Ver Anexo 02)*

Código de Muestra	Largo de la Probeta (cm)	Ancho de la Probeta (cm)	Área de la Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
B1	9.90	9.80	97.02	2393	24.67	
B2	9.70	9.90	96.03	1929	20.09	
B3	9.80	9.90	97.02	1948	20.08	
B4	9.90	10.00	99.00	1725	17.42	
B5	9.80	9.70	95.06	1728	18.18	19.11
B6	9.90	9.90	98.01	1816	18.53	
B7	9.90	9.80	97.02	1679	17.31	
B8	10.00	9.90	99.00	2082	21.03	
B9	9.80	9.80	96.04	1408	14.66	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El cuadro 7 expresa la resistencia a compresión de los especímenes con el 2.5% de adición de fibra de coco, que ascienden de 14,66 kg/cm<sup>2</sup> a 24,67 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el valor promedio representativo de este tratamiento 19,11 kg/cm<sup>2</sup>, superando a los especímenes del patrón 13,69 kg/cm<sup>2</sup>.



**Tabla 8**

*Resultado de la resistencia a la compresión del tratamiento con 5% de fibras de coco. (Ver Anexo 02)*

Código de Muestra	Largo de la Probeta (cm)	Ancho de la Probeta (cm)	Área de la Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
C1	9.90	9.90	98.01	1879	19.17	19.92
C2	9.80	9.70	95.06	1809	19.03	
C3	9.90	9.80	97.02	2204	22.72	
C4	9.70	9.90	96.03	1991	20.73	
C5	10.00	9.80	98.00	1765	18.01	
C6	9.70	9.90	96.03	1698	17.68	
C7	9.90	9.90	98.01	1683	17.17	
C8	9.90	10.00	99.00	2283	23.06	
C9	9.80	9.90	97.02	2106	21.71	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El cuadro 8 expresa la resistencia a la compresión de especímenes con 5% de adición de fibra de coco, que varían de 17,17 kg/cm<sup>2</sup> a 23,06 kg/cm<sup>2</sup> siendo el valor promedio de este tratamiento 19,92 kg/cm<sup>2</sup>, siendo superior a las muestras patrón y los esmerados con 2.5% de fibras de coco.

**Tabla 9**

*Resultado de la resistencia a la compresión del tratamiento con 7.5% de fibras de coco. (Ver Anexo 02)*

Código de Muestra	Largo de la Probeta (cm)	Ancho de la Probeta (cm)	Área de la Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
D1	9.80	9.90	97.02	2351	24.23	21.44
D2	9.90	9.70	96.03	1942	20.22	
D3	9.80	9.80	96.04	2140	22.28	
D4	10.00	9.90	99.00	1987	20.07	
D5	9.90	9.70	96.03	1915	19.94	
D6	9.80	9.90	97.02	1903	19.61	
D7	9.70	9.80	95.06	2360	24.83	
D8	9.90	9.80	97.02	2463	25.39	
D9	9.90	10.00	99.00	1618	16.34	

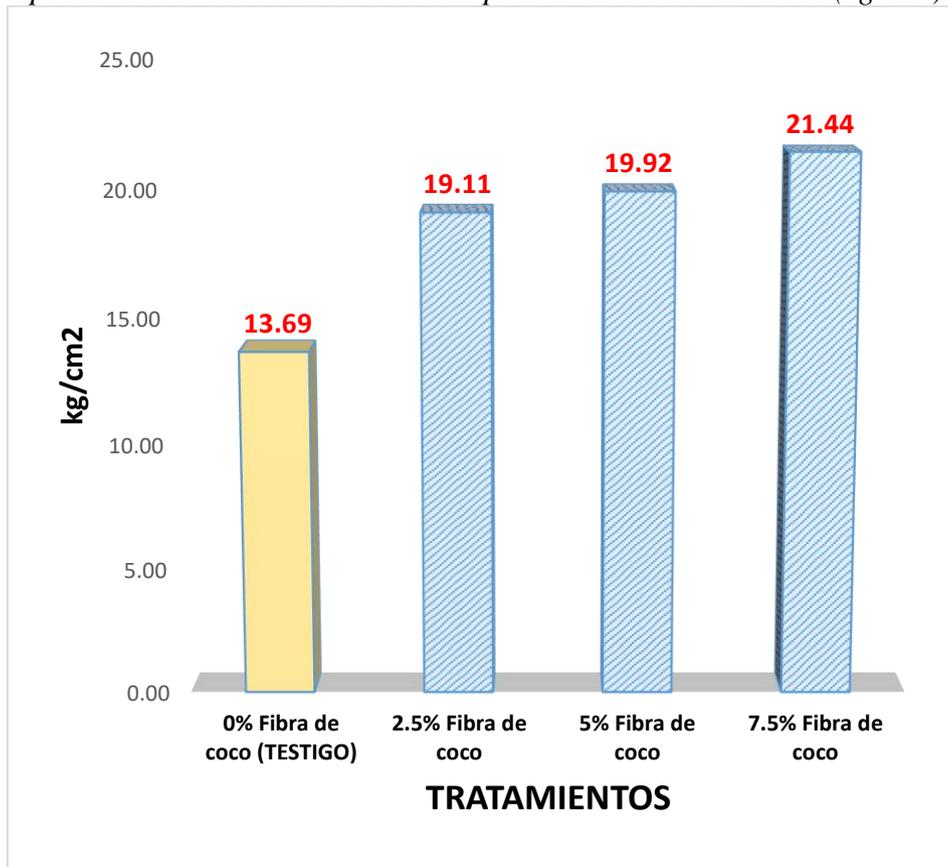
Fuente: Elaboración propia, 2022.



El cuadro 9 manifiesta la resistencia a la compresión de especímenes con 7.5% de adición de fibra de coco, oscilando de 16,34 kg/cm<sup>2</sup> a 25,39 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el valor promedio 21,44 kg/cm<sup>2</sup>, superando al patrón, adobes con 2.5% y 5% de incorporación de fibras de coco.

**Figura 5**

*Comparación de la resistencia a la compresión entre tratamientos (kg/cm<sup>2</sup>).*



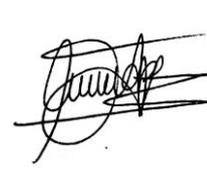
Fuente: Elaboración propia, 2022.

El gráfico 5 muestra que el 7.5% es la dosificación de fibra de coco que concede la mejor resistencia a la compresión a las muestras elaboradas 21.44 kg/cm<sup>2</sup>, siendo 12.19%, 7.63% y 56.61% superior a los especímenes esmerados con 2.5%, 5% de fibra de coco y el patrón correspondientemente. Asimismo, se aprecia que el patrón otorga la mínima resistencia a la compresión 13,69 kg/cm<sup>2</sup>, estando 39.59%, 45.51% y 56.61% por debajo las muestras elaboradas con 2.5%, 5% y 7.5% de fibra de coco correspondientemente.





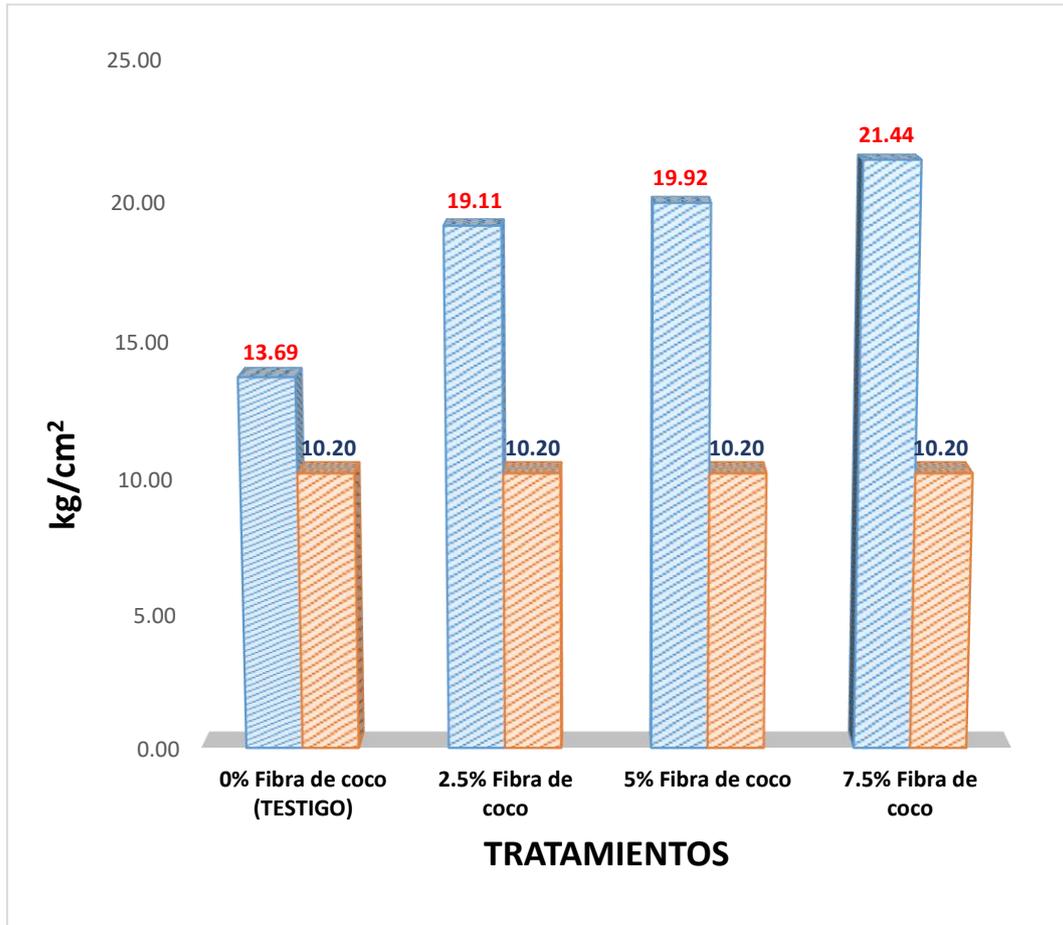





### 4.3. Comparación de la resistencia a la compresión de los adobes estabilizados con fibras de coco con la Norma E.080

**Figura 6**

*Comparación de la resistencia a la compresión de los tratamientos con la Norma E.080.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

El gráfico 6 manifiesta que todos los tratamientos, están por encima de la normativa E.080 que es 10,20 kg/cm<sup>2</sup>, cuya cuantía es inferior en un 87.35%, 95.29%, 210.2% y 34.21% con respecto a las probetas elaboradas con 2.5%, 5% y 7.5% de fibra de coco y el patrón correspondientemente, por lo tanto, afirmamos que ingenierilmente es factible aplicar estos métodos en la elaboración de ladrillos de tierra cruda.

  
  
Ing. A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157









## Análisis Estadístico

**Tabla 10**

*Resultados del Análisis de varianza (ANOVA). (Ver Anexo 03)*

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tab. (F.α.)
Entre tratamientos	3	306.83	102.28	<b>17.88</b>	> <b>2.27</b>
Dentro de la muestra (error)	32	183.08	5.72		
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>489.91</b>			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El cuadro 10 manifiesta que el F calculado > F tabular, consecuentemente se admite la Hipótesis Alternativa, afirmándose que existe significancia estadística en los tratamientos que se aplicaron a este estudio a un grado de confiabilidad del 95 %, no siendo todos los promedios iguales, procediéndose a comparar las medias mediante la prueba Tukey.

**Tabla 11**

*Prueba de comparación de promedios Tukey. (Ver Anexo 03)*

Tratamiento	Promedio	Agrupación
<b>T4 (7.5%)</b>	<b>21.44</b>	<b>A</b>
<b>T3 (5%)</b>	<b>19.92</b>	<b>A</b>
<b>T2 (2.5%)</b>	<b>19.11</b>	<b>A</b>
<b>T1 (testigo)</b>	<b>13.69</b>	<b>B</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por lo tanto, según lo mostrado en la tabla 11 se logra confirmar que los grupos T4, T3 y T2 poseen igual grado de significancia estadística por tener el mismo literal, habiendo superioridad hacia el tratamiento T1 (testigo). Además, existe la posibilidad del 5 % que todos los porcentajes de fibra de coco sean iguales o que generen la misma influencia incorporándolo al adobe.



## V. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos se determina que el suelo de la cantera examinada cumple con las expectativas de la normativa actual E.080, por el motivo que presenta un suelo con arcillas inorgánicas de media a baja plasticidad (CL), y un Límite plástico de 22%, siendo este dato, el factor que repercute de manera directa en la fuerza de cohesión entre las partículas que conforman la mezcla de barro en el adobe. Estos ensayos aplicados para la caracterización del suelo, son indispensables para la producción de abobes, porque otorgan seguridad, economía y tiempo óptimo para su fabricación, y de esta manera se puede afirmar que confeccionar adobes de calidad involucra ejecutar primeramente una correcta caracterización de suelo mediante ensayos de laboratorio, los cuales determinan la correspondencia del tipo de suelo con la calidad del adobe a producir. Esta afirmación concuerda con el estudio de Cabrera & Goicochea (2022) que realizaron estudios de caracterización de suelos previos a la fabricación de adobes, y obtuvieron resultados parecidos a los de esta investigación, un suelo tipo CL con un límite plástico de 23%, consiguiendo fabricar adobes de calidad que respondieron eficientemente a la prueba de resistencia a la compresión, concluyendo que el suelo ensayado fue adecuado para la fabricación de adobes, y es de indispensable cumplimiento y esencial importancia la ejecución de estos ensayos de laboratorio para la producción de estas piezas de albañilería, además, también aseveran que el límite plástico obtenido repercute de manera directa en la adherencia de las fibras con el barro del adobe.

Con los datos obtenidos se determina que el 7.5% de fibra de coco es la dosificación óptima que le concede la mejor resistencia a la compresión a los adobes, y el 0% de incorporación de fibra de coco (testigos) en la dosificación que le otorga la menor resistencia a la compresión; y de esta manera se puede afirmar, que conforme se le aumenta el volumen de fibra de coco en el adobe, correlativamente también incrementa su resistencia a la compresión, por el motivo que estas fibras refuerzan los enlaces interfaciales de cohesión entre los componentes de la muestra de barro, actuando como una malla que evita la generación de fisuras, contracciones y la desintegración de la tierra en el adobe, conservando su resistencia por más tiempo. Este hallazgo ligeramente discrepa con la investigación de López & Teque (2021) quienes investigaron el impacto de las fibras de coco en las propiedades mecánicas del adobe, y de acuerdo a sus resultados determinaron que la incorporación de fibras de coco mejora su resistencia a la compresión hasta cierto punto, debido a que conforme se le fue incrementando la



Ing. A. González Rodríguez  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 126157

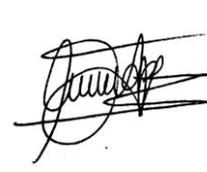


dosificación de fibra en la pieza, su resistencia fue disminuyendo, demostrando que la incorporación de fibra de coco es beneficiosa para aumentar la resistencia del adobe, pero excederse en su incorporación tiene un efecto negativo en la resistencia del material. Además, Cabrera & Goicochea (2022) también estudiaron el comportamiento del adobe a la resistencia a la compresión mediante la incorporación de fibras de coco, y de acuerdo a sus hallazgos también comprobaron que la incorporación de estas fibras mejora su resistencia a la compresión, pero siendo su incorporación solo en cantidades óptimas guardando relación con el volumen de la matriz de la pieza. Contribuyendo que la adición de excesivas cantidades de fibras de coco en la muestra genera espacios vacíos en la mezcla, y estos puntos vacíos provocan que se fracture más rápido la pieza al momento del ensayo con la prensa hidráulica.

Considerando que el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su Norma E.080 exige que la resistencia a la compresión mínima para los adobes sea admisible  $\geq 10,2 \text{ kg/cm}^2$ , podemos afirmar que en esta investigación la fibra de coco genera resultados técnicamente satisfactorios y que es aceptable su incorporación en el adobe puesto que mejora sus propiedades mecánicas y supera en todos sus tratamientos ensayados a la resistencia a la compresión mínima exigida por el RNE, siendo la resistencia más baja la obtenida por el testigo  $13,69 \text{ kg/cm}^2$  y la mejor resistencia generada por el 7.5% de fibra de coco  $21,44 \text{ kg/cm}^2$ . Comparando estos hallazgos no difieren con los resultados de Chávez (2019) quien investigó adobes fabricados con la incorporación de fibras de coco y su comportamiento a la resistencia a la compresión, determinando que todos sus tratamientos ejecutados superaron significativamente a la resistencia de la Norma E.080, testificando que es aceptable la incorporación de fibras de coco para fabricación de adobes, puesto que superan las expectativas del RNE. Por otro lado, Ticona (2020) también ensayó adobes fabricados con la incorporación de fibras de coco como material estabilizador, y de acuerdo a sus resultados obtenidos pudo determinar que las fibras de coco en el adobe generan resultados que satisfacen a las expectativas del RNE, puesto que todos sus tratamientos aplicados superaron a la Norma E.080.



Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157



## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

La resistencia a la compresión de adobes con incorporación de fibras de coco es, 19.11kg/cm<sup>2</sup>, 19.92 kg/cm<sup>2</sup> y 21.44 kg/cm<sup>2</sup> para los tratamientos 2.5%, 5% y 7.5% respectivamente, evidenciándose que conforme aumenta el volumen de fibra de coco en la muestra, también aumenta la resistencia a la compresión del adobe.

De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el suelo empleado para la fabricación de adobes fue de tipo CL, el cual satisface los requerimientos de la normativa correspondiente por ser considerado un suelo de granulometría fina.

Se determina que el 7.5% es la dosificación óptima de fibra de coco que otorga la mejor resistencia a la compresión de los adobes elaborados, soportando una carga de 21.44 kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo a los resultados, se comprueba que todos los tratamientos estudiados con fibra de coco, superan a la resistencia mínima establecida por la normativa E.080, que es 10,2 kg/cm<sup>2</sup>, siendo factible la incorporación de estas fibras en la fabricación de adobes.



Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157



## 6.2. Recomendaciones

Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales que permitan evaluar la viabilidad de incorporar el endocarpio de coco con el propósito de conocer su influencia en la resistencia mecánica del adobe.

Se propone estudiar la resistencia a la flexión y tracción de adobes que contengan fibras de coco como parte de su composición.

También sería apropiado llevar a cabo investigaciones a edades más tempranas, con el objetivo de verificar si se alcanza la resistencia mínima de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> entre los 7 y 14 días de curado.

Se recomienda a quienes corresponda, incluir en la Norma E.080 los criterios para la evaluación de ensayos de durabilidad natural del adobe, puesto que es un elemento vulnerable a la humedad y desgaste mecánico.

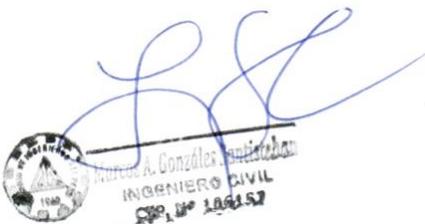
  


Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157

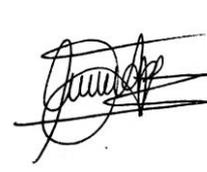


## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

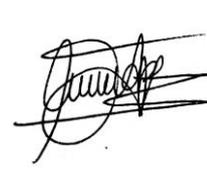
- Alayo, D. (2018). *Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de Yute, Cajamarca 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/14067>
- Ayala, R. & Hernández, O. (2019). *Evaluación de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, provincia de Jaén, 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/280>
- Cabrera, o. & Goicochea, A. (2022). *Análisis de la resistencia a compresión del adobe con adición de fibras del mesocarpio del coco, Jaén – 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93313>
- Chávez, J. (2019). *Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco, Cajamarca 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://core.ac.uk/download/pdf/328898557.pdf>
- Diario El Peruano. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). *Norma E.080-RNE. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Anexo - Resolución ministerial n° 121-2017-vivienda. Normas Legales.* [https://procurement-notices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=109376](https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376)
- Donkor, P. & Obonyo, E. (2016). Compressed soil blocks: Influence of fibers on flexural properties and failure mechanism. *Construction and Building Materials*. 121 (2016), 25–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.151>
- Editorial Etecé. (2021, 07 de octubre). *Técnicas de investigación.* <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>



- Hernández, G. (2017, diciembre). *Método Analítico*.  
[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/b\\_huejutla/2017/Metodo\\_Analitico.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_huejutla/2017/Metodo_Analitico.pdf).
- INEI, (2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Lima - Perú.  
<https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Jwigodski, J. (2010, Julio 14). Metodología de la investigación. *Retrieved from*  
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-ymuestra.html>
- López, A. & Teque, E. (2021). *Fibras de coco y su influencia en las propiedades físico mecánicas del adobe, Chiclayo - 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85199>
- Lozano, J. & Zurita, A. (2019). *Resistencia a la compresión y absorción del adobe estabilizado con confitillo Jaén - Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/99>
- Mantilla, J. (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1996/TESIS-VARIACION%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20FISICO%20MECANI>
- Mendoza, Y. (s. f.). Fibra de coco. Concepto, características, uso, propiedades y beneficios. *DEAGRONOMIA*. <https://deagronomia.com/agroecologia/fibra-de-coco/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Edición mayo del 2016.  
[https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)



- Paredes, F. y De la Cruz, G. (2017). Estudio de estabilizadores en el adobe. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1(1), 79–84. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.59>
- Perez, M. & Pérez, R. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe tradicional a los 20; 28 y 36 días de secado en la ciudad de Jaén – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. [http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/273/Perez\\_CMA\\_P%20C3%A9rez\\_CRJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/273/Perez_CMA_P%20C3%A9rez_CRJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rivera, H., Valderrama, O., Daza, A. & Plazas, G. (2021). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare Colombia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(1), 74–85. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.2762>
- Schmidt, U. (2001). Materiales para edificaciones de adobe: Buena tierra. *Apuntes para el diseño y construcción con adobe: Consideraciones sismorresistentes*. ISBN. 9728550103, 9789728550103. Pag 29 – 44. <https://cidap.org.pe/wp-content/uploads/63690383-Buena-Tierra-Apuntes-para-el-Diseño-Contruccion-con-ADOBE-1.pdf>
- Ticona, J. (2020). *Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno – 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57615#:~:text=Finalmente%2C%20los%20bloques%20de%20adobes,en%20comparaci%C3%B3n%20al%20adobe%20patr%C3%B3n>
- Westreicher, G. (2020, 19 de mayo). *Método Deductivo*. Recuperado 25 de octubre de 2020, de <https://economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html#referencia>.



## AGRADECIMIENTO

Al Mg. Ing. Marcos Antonio González Santisteban asesor de la presente investigación, por el tiempo dedicado en la orientación y soporte en su desarrollo; a la comisión evaluadora por su responsabilidad y soporte en la mejora de esta tesis; y a la Universidad Nacional de Jaén y a sus colaboradores que continuamente velan por su bienestar para hacerla un mejor lugar universitario.



Marcos A. González Santisteban  
INGENIERO CIVIL  
CIP No. 100157



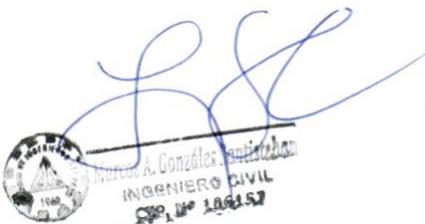
## DEDICATORIA

*Esta investigación está dedicada a mis padres, Neiser y Doris por ser parte de mi formación desde pequeña, por estar a mi lado en este recorrido tanto profesional como personal y por su apoyo incondicional para lograr mis metas propuestas; a la Universidad Nacional de Jaén y a sus catedráticos que apoyaron en mi preparación universitaria durante los años de estudio. Todos ellos me apoyaron para poder llegar a estas instancias.*

**Kelly**

*A mis abuelos, papá, mamá y todos mis hermanos, porque ellos fueron mi fuente inspiración para culminar esta meta trazada.*

**Danny**



# ANEXOS



Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 100157



# Anexo 01: Validación de formatos para la recolección de datos en laboratorio



Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 100157



**Figura 7**

*Formato para la determinación del contenido de humedad del suelo en laboratorio.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)</b>				
<b>SOLICITANTE:</b>				
<b>TESIS :</b>				
<b>UBICACIÓN :</b>				
<b>FECHA :</b>				
- -				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>				
<b>CALICATA:</b>		<b>PROFUND. (M.)</b>		
<b>MUESTRA:</b>		<b>CLASIFICACIÓN:</b>		
<b>CODIGO DE MUESTRA:</b>				
- -				
MUESTRA	1	2	3	
SUELO HUMEDO + CAPSULA				
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)				
PESO DE CAPSULA (gr.)				
PESO DEL AGUA				
PESO DE SUELO SECO				
CONTENIDO DE HUMEDAD %				
 <b>PROMEDIO % DE HUMEDAD:</b>				


INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 109157



**Figura 8**

Formato para la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo en laboratorio.

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA MTC E 110, MTC E 111, ASTM D4318)</b>					
<b>SOLICITANTE:</b>					
TESIS :					
UBICACIÓN :					
FECHA :					
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
CALICATA:			CLASIFICACIÓN:		
MUESTRA:			PROFUND. (M.)		
CODIGO DE MUESTRA:					
<b>LIMITE LIQUIDO</b>					
Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
<b>LÍMITE LÍQUIDO (LL)</b>					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>					
<b>LIMITE LIQUIDO</b>					
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>					

  
  
 Ing. A. González  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. Nº 124157









**Figura 9**

Formato para el análisis granulométrico del suelo en laboratorio.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E 107, ASTM D422)						
<b>SOLICITANTE:</b>						
<b>TESIS :</b>						
<b>UBICACIÓN :</b>						
<b>FECHA :</b>						
DATOS DE LA MUESTRA						
<b>CALICATA:</b>			<b>FRACCION SECA</b>			
<b>MUESTRA:</b>						
<b>CODIGO DE MUESTRA:</b>			<b>PROFUND. (M) :</b>			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					<b>%Peso Material &gt;4:</b>
2"	50.800					<b>% Peso Material &lt;4</b>
1 1/2"	38.100					<b>Límite Líquido (LL) :</b>
1"	25.400					<b>Límite Plástico (LP) :</b>
3/4"	19.000					<b>Índice Plástico (IP) :</b>
1/2"	12.700					<b>Clasificación (SUCS) :</b>
3/8"	9.500					<b>Clasifica.(AASHTO) :</b>
Nº 4	4.750					
Nº 10	2.000					<b>Contenido de Humedad (%) :</b>
Nº 16	1.190					<b>Materia Orgánica :</b>
Nº 20	0.840					<b>Índice de Consistencia :</b>
Nº 30	0.600					<b>Índice de Liquidez :</b>
Nº 40	0.425					<b>Descripción del (IC) :</b>
Nº 60	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150					<b>OBSERVACIONES:</b>
Nº 200	0.075					
< Nº 200	FONDO					

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

*[Handwritten signature]*  
**INGENIERO CIVIL**  
 Nº 104152

*[Handwritten signature]*  
*[Blue ink fingerprint]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Blue ink fingerprint]*



# Anexo 02: Resultados de ensayos de suelos



Antonio A. González González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 100157





**UNEN**  
**UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.**

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

**INFORME DE ENSAYO**

Informe N° : UNEN-245/2022  
Solicitado por : ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y  
TORRES GARCÍA DANY  
Dirección : JAÉN – JAÉN – CAJAMARCA.  
Fecha de Emisión : 23 DE DICIEMBRE 2022

**1. CONDICIONES DE ENSAYO**

- **Tipos de Ensayos** : **Contenido Humedad, Límites Consistencia y Granulometría**
- **Normas de Ensayos** : **MTC E108, MTC E110 y MTC E107**
- **Fecha de Ejecución** : **Noviembre 2022**
- **Lugar de Ensayo** : **Laboratorio de Materiales (UNEN).**

**2. OBSERVACIONES**

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

  
WILBER ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655127  
- 964655132

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853

  
Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 109157

45











# UNEN

## UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NORMA MTC E108, ASTM D2216)

SOLICITANTE	: ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y TORRES GARCÍA DANY
TESIS	: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO, JAÉN – CAJAMARCA, 2022"
UBICACIÓN	: ASENTAMIENTO HUMANO: FILA ALTA; DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGIÓN: CAJAMARCA
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2022
Testigos enviados:	<input checked="" type="checkbox"/> Testigos tomados por este laboratorio: <input type="checkbox"/>

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA:	C-1	-	PROFUND. (M)	0.20 m - 1.50 m.
MUESTRA:	M-1	-	CLASIFICACION	CL
CODIGO DE MUESTRA:	27-UNEN-INC-22	-		

MUESTRA	1	2	3	
SUELO HUMEDO + CAPSULA	155.4	182.4	178.2	
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	143.2	166.2	163.1	
PESO DE CAPSULA (gr.)	27.5	27.3	27.9	
PESO DEL AGUA	12.2	16.2	15.1	
PESO DE SUELO SECO	115.7	138.9	135.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.54	11.66	11.17	

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 11.1

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
DNI: 71499360  
TECNICO LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

WILMER KUDAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 173245

LABORATORISTA

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

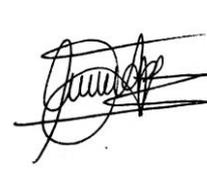
Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853


46











# UNEN

## UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

LÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA MTC E110, MTC E11, ASTM D4318)	
SOLICITANTE	: ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y TORRES GARCÍA DANY
TESIS	: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO, JAÉN - CAJAMARCA, 2022"
UBICACIÓN	: ASENTAMIENTO HUMANO: FILA ALTA; DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGIÓN: CAJAMARCA
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2022
Testigos enviados:	Testigos tomados por este laboratorio: <input type="checkbox"/>

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA:	C-1	CLASIFICACIÓN:	CL
MUESTRA:	M-2	PROFUND. (M)	0.20 m - 1.50 m.
CODIGO DE MUESTRA:	28-UNEN-INC-22		

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.90	42.80	36.30
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	29.90	39.10	33.20
PESO DE AGUA	(g)	3.00	3.70	3.10
PESO DEL TARRO	(g)	21.30	27.40	21.10
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.60	11.70	12.10
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.88	31.62	25.62
NUMERO DE GOLPES		23	26	28

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.60	35.30	52.40
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.10	34.10	49.90
PESO DE AGUA	(g)	1.50	1.20	2.50
PESO DEL TARRO	(g)	25.70	28.20	38.70
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.40	5.90	11.20
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.44	20.34	22.32



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	30.7
LIMITE PLASTICO	22.0
INDICE DE PLASTICIDAD	8.7

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
DNI: 71499360  
TECNICO LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

*W. Pintauro*  
WILBER RODAS PINTAURO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 173245

LABORATORISTA

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853

*[Signature]*

Miguel A. González  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 109157

*[Signature]*      *[Fingerprint]*      *[Signature]*      *[Fingerprint]*



# UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E107, ASTM D422)

**SOLICITANTE** : ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y TORRES GARCÍA DANY

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO, JAÉN - CAJAMARCA, 2022"

**UBICACIÓN** : ASENTAMIENTO HUMANO: FILA ALTA; DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGIÓN: CAJAMARCA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022

Testigos enviados:  Testigos tomados por este laboratorio:

### DATOS DE LA MUESTRA

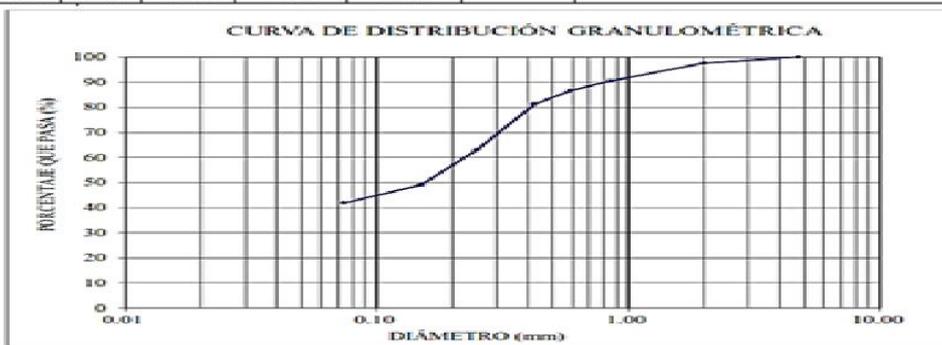
**CALICATA:** C-1 **FRACCION SECA** 500.0 gr.

**MUESTRA:** M-3

**CODIGO DE MUESTRA:** 29-UNEN-INC-22 **PROFUND. (AL)** : 0.20 m. - 1.50 m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800		0.00	0.00	100.00	% Peso Material <=4: 100.0%
1 1/2"	38.100		0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL): 30.7
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP): 22.0
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP): 8.7
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación (SUCS): CL
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasifica. (AASHTO): A-4 (1)
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	11.80	2.36	2.36	97.64	Contenido de Humedad (%): 11.1
Nº16	1.190		0.00	2.36	97.64	Materia Orgánica :
Nº20	0.840	35.30	7.06	9.42	90.58	Índice de Consistencia :
Nº30	0.600	19.70	3.94	13.36	86.64	Índice de Liquidez :
Nº40	0.425	26.60	5.32	18.68	81.32	Descripción del (IC) :
Nº60	0.300	91.30	18.26	36.94	63.06	
Nº80	0.177		0.00	36.94	63.06	
Nº100	0.150	70.10	14.02	50.96	49.04	OBSERVACIONES:
Nº200	0.075	36.20	7.24	58.20	41.80	
< Nº200	FONDO	209.00	41.80	100.00		

### CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
DNI: 71499360  
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA

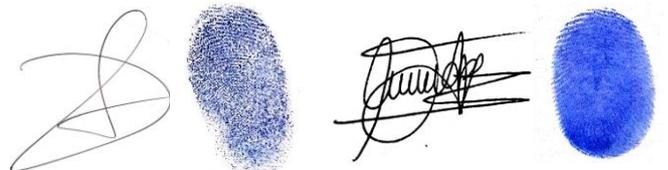
WILBER RODAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853

  
Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 109157



# Anexo 03: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión



INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 100157





**UNEN**  
**UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.**

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

**INFORME DE ENSAYO**

Informe N° : UNEN-246/2022  
Solicitado por : ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y  
TORRES GARCÍA DANY  
Dirección : JAÉN – JAÉN – CAJAMARCA.  
Fecha de Emisión : 23 DE DICIEMBRE 2022

**1. CONDICIONES DE ENSAYO**

- **Tipo de Ensayo** : Resistencia a la Compresión del Adobe
- **Norma de Ensayo** : NTP 339.034
- **Fecha de Ejecución** : Diciembre 2022
- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (UNEN).

**2. OBSERVACIONES**

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

  
WILMER ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655127  
- 964655132

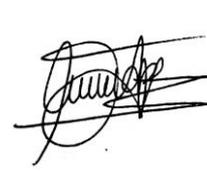
Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853

  
Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 109157

50











# UNEN

## UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE (NORMA E.080 - RNE)

**SOLICITANTE** : ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y TORRES GARCÍA DANY  
**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO, JAÉN - CAJAMARCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : ASENTAMIENTO HUMANO: FILA ALTA; DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGIÓN: CAJAMARCA  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2022  
**Testigos enviados:**  Testigos tomados por este laboratorio:

### 0% DE INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO (Testigo)

Muestra	Código	Largo	Ancho	Área	Carga	Resistencia	Promedio
N°	Muestra	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg.f.	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
1	A1	9.90	9.80	97.02	1345.00	13.86	13.69
2	A2	9.70	9.90	96.03	1408.00	14.66	
3	A3	9.90	9.90	98.01	1386.00	14.14	
4	A4	9.90	10.00	99.00	1306.00	13.19	
5	A5	9.80	9.70	95.06	1428.00	15.02	
6	A6	9.90	9.90	98.01	1180.00	12.04	
7	A7	9.90	9.80	97.02	1376.00	14.18	
8	A8	10.00	9.90	99.00	1172.00	11.84	
9	A9	9.80	9.80	96.04	1374.00	14.31	

### Observaciones:

\* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.  
\*\*\* El Laboratorio NO intervino en la toma de muestras, ni en la preparación de testigos de adobe, únicamente realizó los ensayos a la compresión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
DNI: 71499360  
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA



Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853



51





# UNEN

## UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE (NORMA E.080 - RNE)

**SOLICITANTE** : ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y TORRES GARCÍA DANY  
**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO, JAÉN - CAJAMARCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : ASENTAMIENTO HUMANO: FILA ALTA; DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGIÓN: CAJAMARCA  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2022  
**Testigos enviados:**  **Testigos tomados por este laboratorio:**

### 2.5% DE INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO

Muestra	Código	Largo	Ancho	Área	Carga	Resistencia	Promedio
N°	Muestra	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg.f.	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
1	B1	9.90	9.80	97.02	2393	24.67	19.11
2	B2	9.70	9.90	96.03	1929	20.09	
3	B3	9.80	9.90	97.02	1948	20.08	
4	B4	9.90	10.00	99.00	1725	17.42	
5	B5	9.80	9.70	95.06	1728	18.18	
6	B6	9.90	9.90	98.01	1816	18.53	
7	B7	9.90	9.80	97.02	1679	17.31	
8	B8	10.00	9.90	99.00	2082	21.03	
9	B9	9.80	9.80	96.04	1408	14.66	

#### Observaciones:

\* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.  
\*\*\* El Laboratorio NO intervino en la toma de muestras, ni en la preparación de testigos de adobe, únicamente realizó los ensayos a la compresión, por lo que sólo se respnzabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
DNI: 71499360  
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

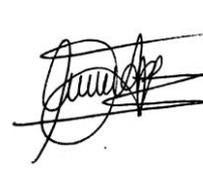
LABORATORISTA



Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853





# UNEN

## UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE (NORMA E.080 - RNE)

**SOLICITANTE** : ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y TORRES GARCÍA DANY  
**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO, JAÉN - CAJAMARCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : ASENTAMIENTO HUMANO: FILA ALTA; DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGIÓN: CAJAMARCA  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2022  
**Testigos enviados:**  Testigos tomados por este laboratorio:

### 5% DE INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO

Muestra	Código	Largo	Ancho	Área	Carga	Resistencia	Promedio
N°	Muestra	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg.f.	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
1	C1	9.90	9.90	98.01	1879	19.17	19.92
2	C2	9.80	9.70	95.06	1809	19.03	
3	C3	9.90	9.80	97.02	2204	22.72	
4	C4	9.70	9.90	96.03	1991	20.73	
5	C5	10.00	9.80	98.00	1765	18.01	
6	C6	9.70	9.90	96.03	1698	17.68	
7	C7	9.90	9.90	98.01	1683	17.17	
8	C8	9.90	10.00	99.00	2283	23.06	
9	C9	9.80	9.90	97.02	2106	21.71	

#### Observaciones:

\* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.  
\*\*\* El Laboratorio NO intervino en la toma de muestras, ni en la preparación de testigos de adobe, únicamente realizó los ensayos a la compresión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
DNI: 71499360  
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA

WILBER ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853

Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 104157

53



# UNEN

## UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE (NORMA E.080 - RNE)

**SOLICITANTE** : ASTOCHADO PEREZ KELLY JHILERY Y TORRES GARCÍA DANY  
**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO, JAÉN - CAJAMARCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : ASENTAMIENTO HUMANO: FILA ALTA; DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGIÓN: CAJAMARCA  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2022  
**Testigos enviados:**  Testigos tomados por este laboratorio:

### 7.5% DE INCORPORACIÓN DE FIBRA DE COCO

Muestra	Código	Largo	Ancho	Área	Carga	Resistencia	Promedio
Nº	Muestra	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg.f.	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
1	D1	9.80	9.90	97.02	2351	24.23	21.44
2	D2	9.90	9.70	96.03	1942	20.22	
3	D3	9.80	9.80	96.04	2140	22.28	
4	D4	10.00	9.90	99.00	1987	20.07	
5	D5	9.90	9.70	96.03	1915	19.94	
6	D6	9.80	9.90	97.02	1903	19.61	
7	D7	9.70	9.80	95.06	2360	24.83	
8	D8	9.90	9.80	97.02	2463	25.39	
9	D9	9.90	10.00	99.00	1618	16.34	

#### Observaciones:

\* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.  
\*\*\* El Laboratorio NO intervino en la toma de muestras, ni en la preparación de testigos de adobe, únicamente realizó los ensayos a la compresión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

*Jorge*  
Jorge Gustavo Vargas Vásquez  
DNI: 71499360  
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA

*Wilber*  
WILBER RODAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 173245

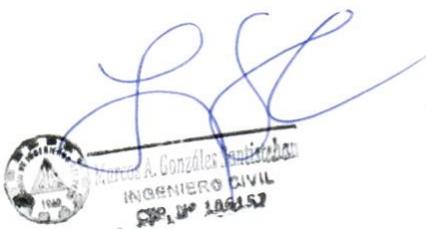
Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853



# Anexo 04: Documentación correspondiente al laboratorio



Juan A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 100157

55





**UNEN**  
**UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.**

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos)

**CERTIFICADO  
DE CALIBRACIÓN  
DE  
EQUIPO**

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132  
- 964655127

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853





# UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos).

## METROTEC

## METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y no Industriales

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

#### MT - LF - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 1

1. Expediente	210258	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).
2. Solicitante	UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.	
3. Dirección	Cst. M. Parado de Bellido N° 444 Sec. Morro Solar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA	Los resultados son válidos 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.
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO	
Capacidad	103000 kgf	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 aquí declarados.
Marca	TECNICAS	
Modelo	TCP-341	
Número de Serie	754	
Procedencia	PERU	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X8	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Número de Serie	MI120200730003	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING	
5. Fecha de Calibración	2022-04-29	

Fecha de Emisión

2022-05-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2022.05.07 10:16:37  
-05'00'

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LDMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655127  
- 964655132

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853



57






# UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos).

## METROTEC

## METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Mecánicos y 20 Calibración

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 084 - 2022

Página 1 de 2

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUJCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1. Máquinas de ensayo de tracción-compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2008.

#### 7. Lugar de calibración

INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING  
Cal. M. Paraco de Beñido N° 444 Sec. Noro Golar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	63 % HR	64 % HR

#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Información Certificado de calibración
Celdas patrones calibrados en HOTTINGER BALDWIN MESS TECHNIG GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-196867	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre de orden de 0,0 %	LEDI-PUJCP INF-LE-024-21A

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permaneció estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá N° 11 101 24 Urb. San Diego, J.M.P., LIMA  
Tel: (511) 543-0643  
Cel: (311) 971 435 272 / 971 435 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655127  
- 964655132

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853



58





# UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos).

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 7

### 11. Resultados de Medición

%	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Indicación del Equipo	Patrón de Referencia			
	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_4$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	9952	9952	9952	9953
20	20000	19885	19915	19905	19901
30	30000	29893	29933	29933	29920
40	40000	39932	39962	39952	39949
50	50000	49989	50018	50026	50012
60	60000	60009	60059	60066	60045
70	70000	70043	70088	70066	70068
80	80000	80043	80108	80116	80061
90	90000	90094	90154	90134	90127
100	100000	100113	100123	100123	100120
Retorno a Cero		0	0	0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ ( $k=2$ ) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $s$ (%)	
10000	0,44	0,10	---	0,10	0,52
20000	0,50	0,15	---	0,05	0,52
30000	0,27	0,13	---	0,03	0,52
40000	0,13	0,08	---	0,03	0,52
50000	-0,02	0,08	---	0,02	0,52
60000	-0,08	0,10	---	0,02	0,52
70000	-0,10	0,06	---	0,01	0,52
80000	-0,11	0,09	---	0,01	0,52
90000	-0,14	0,07	---	0,01	0,52
100000	-0,12	0,01	---	0,01	0,52

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )      0,00 %

### 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.

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá N° 71 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0542  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655127  
- 964655132

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853





**UNEN**  
**UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.**

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos).

**CERTIFICADO  
DE  
INDECOPI**

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785  
EX AV. "A"  
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655127  
- 964655132

Email:  
[universalengineering.srl@gmail.com](mailto:universalengineering.srl@gmail.com)  
RUC: 20607543853

Professional stamp: **INGENIERO CIVIL**, **C.P. N° 109157**

60





PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

### CERTIFICADO N° 00132031

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 020463-2021/DSD - INDECOPI de fecha 15 de julio de 2021, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación UE S.R.L. UNIVERSAL ENGINEERING y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0898130-2021

Titular : UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 15 de julio de 2031

Tomo : 0661

Folio : 045



Pág. 1 de 1

*Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.*

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: 2187111669

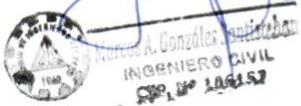
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL  
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe



61



# Anexo 05: Memoria de cálculo del análisis estadístico.



INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157



**Tabla 12**

*Diseño Experimental Completamente al Azar (D.C.A) para la Resistencia a la Compresión.*

N°	0% (Testigo)	2.5%	5%	7.5%	TOTAL ( $\Sigma xi$ )
1	13.86	24.67	19.17	24.23	
2	14.66	20.09	19.03	20.22	
3	14.14	20.08	22.72	22.28	
4	13.19	17.42	20.73	20.07	
5	15.02	18.18	18.01	19.94	
6	12.04	18.53	17.68	19.61	
7	14.18	17.31	17.17	24.83	
8	11.84	21.03	23.06	25.39	
9	14.31	14.66	21.71	16.34	
$\Sigma Xi$	<b>123.25</b>	<b>171.96</b>	<b>179.28</b>	<b>192.92</b>	<b>667.41</b>
$\bar{x}$	<b>13.69</b>	<b>19.11</b>	<b>19.92</b>	<b>21.44</b>	
minim.	11.84	14.66	17.17	16.34	
maxi.	15.02	24.67	23.06	25.39	
Dsv	1.117	2.818	2.211	2.968	
Stand					

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Tratamientos (t) = 4**

**Repeticiones (r) = 9**

**1) Fact. corrección (F.c):**

$$F_c = (\Sigma xi)^2 / (r * t)$$

$$F_c = (667.41)^2 / (9 * 4) = \mathbf{12373.22}$$

**2) Sumatoria de cuadrados en los tratamientos (SCt):**

$$SC_t = (\Sigma xi^2 / r) - F_c$$

$$SC_t = ((123.25^2 + 171.96^2 + 179.28^2 + 192.92^2) / 9) - 12373.22 = \mathbf{306.83}$$

**3) Sumatoria de cuadrados totales (SCtot):**

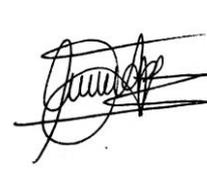
$$SC_{tot} = \Sigma x_{ij}^2 - F_c$$

$$SC_{tot} = (13.86^2 + 24.67^2 + 19.17^2 + \dots + 21.71^2 + 16.34^2) - 12373.22 = \mathbf{489.91}$$

**4) Sumatoria de cuadrados en las muestras (SCe):**

$$SC_e = SC_{tot} - SC_t$$

$$SC_e = 306.83 - 489.91 = \mathbf{183.08}$$



**5) Cuadrado medio en los tratamientos (CMtr):**

$$GLt = t-1 \rightarrow 4 - 1 = 3$$

$$CMtr = SCt/GLt$$

$$CMtr = 306.83 / 3 = \mathbf{102.28}$$

**6) Cuadrado medio dentro de la muestra (CMe):**

$$Gle = t(r-1) \rightarrow 4(9 - 1)$$

$$Gle = 32$$

$$CMe = SCe/Gle$$

$$CMe = 183.08 / 32 = \mathbf{5.72}$$

**7) Prueba F Calculado:**

$$F \text{ calculado} = CMt/CMe \rightarrow 102.28 / 5.7$$

$$F \text{ calculado} = \mathbf{17.88}$$

**8) F tab. (F $\alpha$ ) :**

$$GLt = t - 1 = 3$$

$$Gle = t(r-1) \rightarrow 4(9-1) = 32$$

$$F\alpha = \mathbf{2.27}$$

El F tab. (F $\alpha$ ) lo adquirimos de la Tabla Estadística de la Prueba “F” (Fisher)

**Tabla 13**

*Análisis de Varianza (ANOVA).*

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F cal.	F tab. (F $\alpha$ )
Entre tratamiento	3	306.83	102.28	<b>17.88</b>	> <b>2.27</b>
Dentro de la muestra (error)	32	183.08	5.72		
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>489.91</b>			

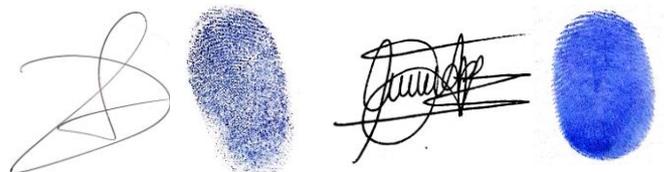
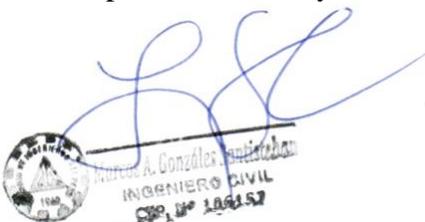
Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Hipótesis Alterna (H1):** No todos los promedios son iguales.

**Hipótesis Nula (H0):** Todos los promedios son iguales.

**Nivel de confiabilidad  $\alpha$ = 95%.**

En la tabla 13 se aprecia que el  $F.cal > F.\alpha$ , consecuentemente, se puede confirmar que hay significancia estadística entre los tratamientos estudiados para este estudio, y al menos un tratamiento es superior a los demás estadísticamente, a un grado de confiabilidad del 95 %, procediéndose a ejecutar la prueba de comparación de promedios Tukey.



## Prueba de Comparación de Medias TUKEY:

$$VCt = q_{\alpha(t,n-t)} * \sqrt{CMe/r}$$

$$VCt = 3,834 * \sqrt{5.72/9}$$

$$VCt = 3.06$$

Siendo:

r: Número de Repeticiones (9)

CMe: Cuadrado Medio del Error (5.72)

n: Cantidad de Datos (36)

$\alpha$ : Nivel Significancia (95%)

VCt: Valor Crítico de la Prueba

t: Cantidad de Tratamientos (4)

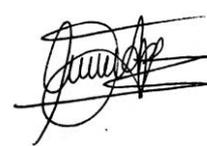
q: Valor adquirido de la Tabla (3,834)

**Tabla 14**

*Comparación de medias de los tratamientos.*

	Tratamientos			
	Testigo	2.5%	5%	7.5%
$\bar{x}_i$ (Promedio)	13.69	19.11	19.92	21.44
Clave $\bar{x}_i$	T1	T2	T3	T4

Fuente: Elaboración propia, 2022.



**Tabla 15***Diferencia entre tratamientos.*

Clave $\bar{x}_i$	Diferencia entre $\bar{x}_i$ (Promedios)	Valor Crítico (VCt)	Contrastación $\bar{x}_i > VCt$	Significancia estadística
T1 - T2	5.41	3.06	5.41 > 3.06	SI
T1 - T3	6.23	3.06	6.23 > 3.06	SI
T1 - T4	7.74	3.06	7.74 > 3.06	SI
T2 - T3	0.81	3.06	0.81 < 3.06	NO
T2 - T4	2.33	3.06	2.33 < 3.06	NO
T3 - T4	1.52	3.06	1.52 < 3.06	NO

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Si la diferencia de medias  $\bar{x}_i > VCt$  por lo tanto existe diferencia significativa.**Tabla 16***Determinación de la superioridad entre los tratamientos.*

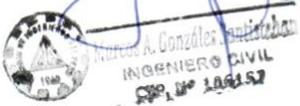
Tratamiento	Promedio	Agrupación
T4	21.44	A
T3	19.92	A
T2	19.11	A
T1	13.69	B

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por lo tanto, podemos afirmar que el 2.5%, 5% y 7.5% de adición de fibra de coco en los especímenes supera al patrón a un grado de confiabilidad de 0.95; contrariamente se mantiene la posibilidad del 5% que la totalidad de tratamientos de fibra de coco aplicados forjen igual resultado.



# Anexo 06: Panel fotográfico



INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 100157

67



**Figura 11**

*Proceso de extracción de la fibra de coco.*



**Figura 12**

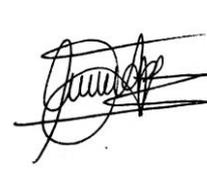
*Zarandeo del suelo para la elaboración de adobes.*









**Figura 13**

*Mezclado de la fibra de coco con el sustrato.*



**Figura 14**

*Proceso de Dormido de la mezcla por 48 horas para la activación de las arcillas.*

  
  
Antonio A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 100157











**Figura 15**

*Moldeado y desencofrado de las probetas de adobe.*



**Figura 16**

*Elaboración de los especímenes testigos.*












**Figura 17**

*Desencofrado de todas las probetas de adobe.*



**Figura 18**

*Fabricación de las probetas para los 4 tratamientos.*





**Figura 19**

*Rotulado y codificado de las muestras para su posterior ensayo.*



**Figura 20**

*[Handwritten signature]*  
 Juan A. González  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP No. 109157

*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*



Registro de las dimensiones de los especímenes.



Figura 21

Ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 22

  
  
Antonio A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 109157









*Probeta fracturada por el aplastamiento axial de la prensa.*



**Figura 23**

*Validación por el responsable del laboratorio.*

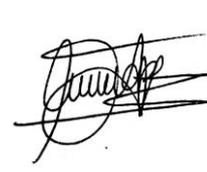


**Figura 24**

  
  
Antonio A. González  
INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 109157









*Evidencia de la matriz de fibra de coco en la muestra.*



  
  
Antonio A. González Hernández  
INGENIERO CIVIL  
C.P. No. 109157

75







