



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado  
con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto  
2023

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Coral Sanchez, Henry Paulo (orcid.org/0009-0001-5692-7871)  
Paredes Sanchez, Christopher Ivan (orcid.org/0000-0002-8906-665X)

**ASESOR:**

Mg. Benavente Leon, Christhian (orcid.org/0000-0003-2416-4301)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHICLAYO – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres los cuales siempre están junto a mi apoyándome también quiero dedicar a mis amigos que estuvieron en el transcurso de la carrera dándome ánimos.

Dedicó este proyecto a Dios y a mi familia la cual me brindo su aliento para culminar mi carrera y brindándome su apoyo emocional.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a la misma universidad quien me brindo sus ambientes educativos los cuales me enseñaron como ser una buena persona y profesional. También quiero agradecer al asesor quien estuvo brindando conocimiento como ir mejorando con el transcurso del tiempo.

Quiero reconocer el apoyo incondicional de mi familia y amigos, quienes me han brindado su ánimo durante esta etapa de mi vida académica. Su constante aliento ha sido fundamental para mantenerme motivado y enfocado en la consecución de mis metas.



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENAVENTE LEON CHRISTHIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis Completa titulada: "Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023", cuyos autores son PAREDES SANCHEZ CHRISTOPHER IVAN, CORAL SANCHEZ HENRY PAULO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHICLAYO, 11 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENAVENTE LEON CHRISTHIAN <b>DNI:</b> 72228127 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2416-4301	Firmado electrónicamente por: CBLEON el 11-01- 2024 16:25:33

Código documento Trilce: TRI - 0693196



**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CORAL SANCHEZ HENRY PAULO, PAREDES SANCHEZ CHRISTOPHER IVAN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
PAREDES SANCHEZ CHRISTOPHER IVAN <b>DNI:</b> 42189628 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8906-665X	Firmado electrónicamente por: CPAREDESSA el 12-12-2023 08:41:16
CORAL SANCHEZ HENRY PAULO <b>DNI:</b> 46032495 <b>ORCID:</b> 0009-0001-5692-7871	Firmado electrónicamente por: HCORALS el 12-12-2023 08:38:03

Código documento Trilce: INV - 1538634

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5. Procedimientos .....	17
3.6. Método de análisis de datos .....	17
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN .....	35
VI. CONCLUSIONES .....	40
VII. RECOMENDACIONES .....	41
REFERENCIAS .....	42
ANEXOS .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de caracterización físicas y químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz y la cáscara interna del café. ....	18
Tabla 2. Descripción de la muestra y clasificación de suelo. ....	19
Tabla 3. Descripción de la muestra y clasificación de suelo. ....	20
Tabla 4. Evaluación de ensayos de CBR de 5%, 10% y 15% de la cascara de café. ..	20
Tabla 5. Evaluación de expansión al 5%, 10% y 15% de café. ....	21
Tabla 6. Evaluación de penetración al 5%, 10% y 15% de café .....	22
Tabla 7. Evaluación del contenido de humedad del diseño óptimo 10% de cáscara de café con la incorporación al 5%, 10% y 15% de ceniza de cascarilla de arroz. ....	22
Tabla 8. Evaluación del CBR del diseño optimo 10% de cascarilla de café con la incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.....	24
Tabla 9. Evaluación de expansión del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.....	25
Tabla 10. Evaluación de penetración del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.....	25
Tabla 11. Evaluación del CBR del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 10% de ceniza de cascarilla de arroz. ....	26
Tabla 12. Evaluación de la expansión del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 10% de ceniza de cascarilla de arroz. ....	27
Tabla 13. Evaluación de penetración del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 10% de ceniza de cascarilla de arroz. ....	28
Tabla 14. Evaluación del CBR del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 15% de ceniza de cascarilla de arroz. ....	29
Tabla 15. Evaluación de expansión del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 15% de ceniza de cascarilla de arroz. ....	30
Tabla 16. Evaluación de penetración del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 15% de ceniza de cascarilla de arroz. ....	31
Tabla 17. Evaluación de la Resistencia a la compresión de la cascara de café. ....	32
Tabla 18. Evaluación de la Resistencia a la compresión con el óptimo más la cascarilla de arroz.....	32
Tabla 19. Evaluación de mezcla del adobe con adición de cascara de café.....	33
Tabla 20. Evaluación de mezcla dicionando el porcentaje optimo más la cascarilla de arroz. ....	33

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1. Diseño de investigación.....	15
---	----

## RESUMEN

La investigación está realizada con el fin de determinar como la cascarilla de café y ceniza de cascarilla de arroz; influye en la resistencia a compresión del adobe reforzado, Tarapoto 2023. En la cual se empleó un tipo de investigación aplicada, con un diseño tipo experimental, para ello se elaboró el estudio de la población se realizó a través de 36 ensayos divididos en 4 grupos experimentales. Para esta investigación se aplicó la técnica de observación directa, así mismo Como instrumento fijado fue la ficha de recolección de datos. Teniendo como resultado que el adobe tras la introducción de dos aditivos al 10% de cascara de café y 15% de ceniza de cascarilla de arroz alcanzamos una resistencia de  $f'c=31.37$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, de lo cual se utilizó una cantidad de 9.113 kg de cascara de café, seguidamente 6.075 kg de ceniza de cascarilla de arroz y finalmente 60.750 kg de arcilla, por lo que concluimos logrando que los dos aditivos influyan de buena manera ante la resistencia a compresión.

**Palabras clave:** Resistencia, cascarilla de café, ceniza de cascarilla de arroz, adobe.

## ABSTRACT

The research was carried out to determine how coffee husk and rice husk ash influence the compressive strength and resistance of reinforced adobe in Tarapoto 2023. Applied research was employed, using an experimental design. The population study consisted of 36 trials divided into 4 experimental groups. The technique of direct observation was applied for this research, with data collection facilitated through a data collection form. The results showed that, after the introduction of two additives—10% coffee husk and 15% rice husk ash—the adobe achieved a compressive strength of  $f'_c=31.37 \text{ kg/cm}^2$  at 28 days. This involved using 9,113 kg of coffee husk, followed by 6,075 kg of rice husk ash, and finally, 60,750 kg of clay. Consequently, it was concluded that the two additives positively influenced the compressive strength and resistance.

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

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de adobe en las construcciones en ciertas partes del mundo se sigue empleando, aunque en otras ha sido desplazada por materiales mucho más modernos, y que su uso se ha limitado a zonas rurales o de bajo recursos; este material, sigue siendo una alternativa popular debido a su bajo coste y disponibilidad local. Sin embargo, existen iniciativas para mejorar su calidad y resistencia en las construcciones; por medio de técnicas de reforzamiento estructural y empleo de estabilizantes y aditivos; puesto que es un material renovable y sostenible; además, su utilización puede minimizar la huella de carbono, en vista que la industria de la construcción emite el 38% del CO<sub>2</sub> a nivel mundial (Muñoz et al. 2020).

En Europa, en ciudades como Madrid, aún suelen hacer uso de estos materiales para mantener la arquitectura colonial, pero han mostrado problemas de resistencia ante las lluvias y movimientos sísmicos; por lo que las normativas de construcción en muchas ciudades promueven la utilización de materiales más resistentes y modernos como el ladrillo y el hormigón, sin considerar que este último representa el 7% de las emisiones globales del CO<sub>2</sub>, puesto que más del 90% del hormigón contienen ciertos aditivos, de los cuales, 70% son plastificados, haciendo que estas edificaciones se sobrecalienten (Almssad, Almusaed y Homod 2022). Por ese motivo, es que expertos han planteado mejorar las faltas que tiene el adobe, incorporando aditivos alternativos, como la cascarilla de paja, que brindar mayor resistencia a la presión y mayor consistencia al adobe; por ende, le permite mejorar su comportamiento ante hechos sísmicos y reducir el impacto ambiental (López 2023).

En los países latinoamericanos, el adobe es un componente de construcción antiguo, cuya utilización ha menguado significativamente en los últimos años, porque su utilización está vinculada a la baja calidad de vida, sin considerar el valor cultural que esta tiene y sus bondades de sustentabilidad, como bajo coste, materia prima de fácil obtención y que genera bajo impacto ambiental (Solano Meneses y Moretti 2022). En Colombia, el 49,1% de las viviendas ubicadas en zonas rurales están hechas de ladrillo y cemento y solo un 25,5% están hechas de adobe o tapida pisada; de igual manera, en Ecuador el 57% de las viviendas son de ladrillo y cementos; solo el 7,75% de las construcciones rurales hacen uso del adobe y tapial; puesto que considera que

el adobe tiene poco tiempo de durabilidad y poca resistencia a las complicaciones climáticas, por lo que son reemplazados por materiales modernos y que a su vez son poco sustentables (Lara y Bustamante 2022).

En el Perú, según el censo efectuado por la INEI (2018), el 27.91% de las viviendas son construidas de adobe o tapial, representando un total de 2.148.494; de las cuales el 12.30% están ubicadas en el departamento de Cajamarca, 10.65% en la Libertad y 10.56% en Puno; en esta última región de 386.671 viviendas, 226.775, es decir, 58,65 % son construidas de adobe y tapial con techos de paja, predominantes en las zonas rurales; puesto que son de bajo coste y por la altitud en la que encuentra la región (3822 msnm), este material tiene mayor capacidad de almacenamiento de calor dentro de las viviendas (Chui et al. 2022). Sin embargo, en temporadas de invierno o lluvias, representa un problema, por la falta de reforzamiento y supervisión técnica en las construcciones; en Lima solo el 20% de construcciones han pasado por inspección municipal, han tenido planos y un arquitecto, mientras que el 80% no han contado con nada de esto; además, en muchos casos emplean materiales que no son compatibles, lo que genera que sean vulnerables ante situaciones climáticas o sísmicas (Guzmán 2022).

En el departamento de San Martín, de acuerdo con el INEI (2018), es una de las regiones que presenta un mayor porcentaje de viviendas inadecuadas del 31,5%; asimismo, 23 261 son hechas de adobe, representando el 11% de viviendas de toda la región; por lo que, en la ciudad de Tarapoto, existe un considerable sector de la población que requiere de alternativas sustentables y viables sobre este tipo de edificaciones; sobre todo, considerando que, la mayoría de construcciones, no cuentan con técnicas que garantice la seguridad de estas por los bajos ingresos económicos familiares. Por lo que es necesario, que se brinden alternativas técnicas y uso de aditivos eco amigables para aumentar la resistencia de la compresión del adobe, teniendo en cuenta, la economía, seguridad y repercusión en el medio ambiente que estas puedan tener.

Por lo tanto, se considera viable el uso de cascarilla de café para reforzar la resistencia a compactación del adobe; dado que el café es uno de los primordiales cultivos en el departamento; es decir, se cultivan alrededor de 40 mil hectáreas con

un rendimiento aproximado de 500 mil quintales de desecho incontrolado para la naturaleza y para el aire a la hora incinerarlos. Por ese motivo, se busca reutilizar y aprovecharlos en la elaboración de bloques de adobe que contribuya en su resistencia y puedan ser utilizados con propósitos constructivos.

En base con lo descrito en líneas anteriores sobre la condición actual de la industria de la construcción, sobre todo el uso del adobe se plantea como problema general:

¿Cómo se determinará la evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café, Tarapoto 2023? Problemas específicos: P1. ¿Cuáles serán las propiedades físicas y químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz y cascara interna del café para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto-2023?; P2: ¿Cuáles serán los ensayos mecánicos de la arcilla para mejorar la resistencia a la compresión tarapoto-2023?; P3: ¿Cuál será la resistencia a la compresión del adobe con incorporación de ceniza de cascará de café y cascará de arroz con los porcentajes de 5%, 10% y 15%, Tarapoto 2023?; P4: ¿Cuál será el diseño de dosificación de mezcla con incorporación de cascará de café y cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión? El trabajo investigativo se justifica por su conveniencia; se efectuará un análisis de los componentes que tiene la cascarilla de café y como estos al incorporarlos al adobe mejorar su resistencia de este; con la intención de que se pueda ser utilizado para las construcciones y sea de bajo coste. Por su relevancia social; porque por medio de la obtención de resultados, no solo se brindará información sobre los temas, sino técnicas y cantidades exactas de cascarilla de café que deben ser agregados al adobe para mejorar la calidad de las construcciones hechas de este material. Por su implicancia práctica; porque por medio del desarrollo de la investigación se brindará soluciones para mejorar la calidad de las construcciones que representa un problema en la localidad y al mismo tiempo se fomente el uso de materiales renovables que tengan un mínimo impacto en el ecosistema.

Además, se justifica por su valor teórico; porque se analizarán bases teóricas y estudios de diversos autores vinculadas a las variables con la finalidad de contar con los conocimientos necesarios para el desarrollo de tema; asimismo, se brinde información consistente y fehaciente a toda la comunidad. Así también, se justifica

por su utilidad metodológica; porque se proporcionará evidencias fundamentadas sobre método y enfoques científicos; además, los instrumentos que se apliquen serán comprobados por especialistas para que tengan coherencia con los objetivos del estudio, además, puedan ser empleados en futuras investigaciones.

En relación con los problemas descritos, se formula como objetivo general: Determinar la evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café, Tarapoto 2023. Objetivos específicos: O1. Evaluar de las propiedades físicas y químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz y cascara interna del café para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto-2023. O2. Evaluar los ensayos mecánicos de la arcilla para mejorar la resistencia a la compresión tarapoto-2023. O3. Diseñar la resistencia a la compresión del adobe con incorporación de ceniza de cascara de café y cascara de arroz con los porcentajes de 5%, 10% y 15%, Tarapoto 2023. O4. Diseñar la dosificación de mezcla con incorporación de cascara de café y cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión. Por último, se plantea como hipótesis general: De qué manera la evaluación de las propiedades físicas y químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz y cascará interna del café mejorará la resistencia a la compresión, Tarapoto-2023. Hipótesis específicas: H1. Las propiedades físicas y mecánicas de la cascarilla de café, Tarapoto 2023. H2. Como los ensayos mecánicos de la arcilla para mejorará la resistencia a la compresión tarapoto-2023. H3. Determinar la resistencia a la compresión del adobe con incorporación de ceniza de cascara de café y cascara de arroz con los porcentajes de 5%, 10% y 15%, Tarapoto 2023. H4. De qué manera la dosificación de mezcla con incorporación de cascará de café y cascarilla de arroz para mejorará la resistencia a la compresión.

## II. MARCO TEÓRICO

En el siguiente apartado se detalla los estudios vinculados los temas, con la intención de proporcionar mayor fundamento teórico en el estudio; desde el contexto internacional; Hernández-Zamora, Jiménez-Martínez y Sánchez-Monge (2021) su estudio tuvo como propósito de evaluar las muestras de la arcilla para mejorar la resistencia a compresión. Donde las constantes físicas de la muestra las que más resaltan es su investigación es el límite líquido con 26.68gr, límite plástico con 18.76 gr y con un índice de plasticidad de 7.48 gr. Así mismo también hizo una evaluación de los ensayos de CBR con la cascara de café con el 15% teniendo como resultados con el molde N°20 una densidad húmeda no saturado de 2.457 gr, un porcentaje de humedad no saturado de 14.98%, una densidad seca no saturado de 1.815 gr, un peso del agua no saturado de 34.50 gr y finalmente un peso del suelo seco no saturado de 240.10 gr. También se evaluó su expansión con el 15% de adición, los cuales resulto con un tiempo de 24 horas su expansión fue de 0.187 mm con un porcentaje de 0.175%, para las 48 horas su expansión obtuvo 0.297 mm y un porcentaje de 0.205%, seguidamente para las 72 horas consiguió 0.389 mm y un porcentaje de 0.235% y finalmente para las 96 horas se alcanzó 0.445 mm y un porcentaje de 0.270%. Del mismo modo con la evaluación de penetración siendo los resultados; penetración en 0.100 pulgadas una carga estándar de 70.48 kg/cm<sup>2</sup>, carga de 119 dial con 7 kg/cm<sup>2</sup> y una corrección de 4.21 kg/cm<sup>2</sup> con un 6%, con la penetración en 0.200 pulgadas nos dio que la carga estándar es de 108.12 kg/cm<sup>2</sup>, una carga de 226 dial con 12 kg/cm<sup>2</sup> y una corrección de 8.80 kg/cm<sup>2</sup> con 8.20%. Posteriormente se hizo las mismas evaluaciones con los porcentajes cascarilla de arroz siendo el más óptimo del 15%. Según lo investigado se procedió a realizar los ensayos del CBR con ambos aditivos con la cascara de café con el 15% más el 20% de ceniza de cascarilla de arroz, teniendo como resultados con el molde N°8 una densidad húmeda no saturado de 1.887 gr, un porcentaje de humedad no saturado de 21.04%, una densidad seca no saturado de 1.647 gr, un peso del agua no saturado de 47.90 gr y finalmente un peso del suelo seco no saturado de 236.28 gr. También se evaluó su expansión con el 15% de adición de cascara de café más del

20% de ceniza de cascarilla de arroz, los cuales resultaron que con un tiempo de 24 horas su expansión fue de 2.056 mm con un porcentaje de 1.690%, para las 48 horas su expansión obtuvo 2.732 mm y un porcentaje de 2.150%, seguidamente para las 72 horas consiguió 3.429 mm y un porcentaje de 2.680% y finalmente para las 96 horas se alcanzó 3.695 mm y un porcentaje de 2.900%. Del mismo modo con la evaluación de penetración siendo los resultados; penetración en 0.100 pulgadas una carga estándar de 70.48 kg/cm<sup>2</sup>, carga de 80 dial con 5 kg/cm<sup>2</sup> y una corrección de 3.71 kg/cm<sup>2</sup> con un 5.5%, con la penetración en 0.200 pulgadas nos dio que la carga estándar es de 143 kg/cm<sup>2</sup>, una carga de 226 dial con 6 kg/cm<sup>2</sup> y una corrección de 7 kg/cm<sup>2</sup> con 6.6%. Finalmente se realizó una compactación y contenido de humedad de todos los porcentajes dándonos primeramente en compactación con el diseño óptimo de ambos aditivos que sería de 15% y 20% en los cuatro ensayos hechos se obtuvo que en el primer ensayo tiene una densidad húmeda de 1.489 gr/cm<sup>3</sup>, así mismo el segundo ensayo tiene 1.635 gr/cm<sup>3</sup>, seguidamente el tercer ensayo tiene 1.748 gr/cm<sup>3</sup> y finalmente en el cuarto ensayo se obtuvo 1.716 gr/cm<sup>3</sup>, como densidad en el primer ensayo se tuvo 1.260 gr/cm<sup>3</sup>, en la segunda 1.372 gr/cm<sup>3</sup>, en la tercera 1.443 gr/cm<sup>3</sup> y en la cuarta 1.397 gr/cm<sup>3</sup>. Por otro lado, también se evaluó el contenido de humedad de ambos aditivos dándonos como resultados máxima densidad seca de 1.487 gr/cm<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad de 20.76 %.

También, Chacón et al. (2021) en su artículo buscaron evaluar el reforzamiento de una estructura de adobe con irregularidad en Planta. El cual analiza las características de la ceniza de la cascarilla de arroz y cascará interna del café el cual se utilizará para mejorar la resistencia a compresión. En las cenizas de arroz encontramos entre los más resaltantes el silicio oxido con un 86.41%, silicio 63.32%, calcio oxido 1.13% y potasio de oxido un 1.16%. Del mismo modo tenemos las características químicas de la cascara interna del café el cual se encontró un pH de 6.54 y CE (ms/cm) con 2.32, seguidamente de silicio de oxido 55.31%, calcio oxido de 2.4% y potasio oxido de 2.15%. siendo estos los análisis arrojados por la investigación hecha sobre adobes con adición del 8% de cascara de café y 10% de ceniza de cascarilla de arroz.

Asimismo, Rivera-Salcedo et al. (2021) en su artículo propusieron evaluar la resistencia a compresión de los aditivos de adobe como material de construcción. Siendo los porcentajes utilizados de 10% de cascara de café y 20% ceniza de cascarilla de arroz; asimismo, los bloques deben tener de largo entre 30 a 40 cm, ancho de 15 a 20 cm y de alto de 10 a 12 cm. Dando como resultados a los 7 días de 19.84 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días obtuvo 25.13 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 28.04 kg/cm<sup>2</sup> siendo este el porcentaje óptimo al 10% de cascara de café. Se realizó la misma evaluación con la ceniza de cascarilla de arroz más el porcentaje óptimo del primer aditivo siendo los resultados 10% más el 20% en los primeros 7 días de 23.56 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 28.03 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 32.15 kg/cm<sup>2</sup>. Conclusión: Las cantidades adecuadas de aditivos va a repercutir en la resistencia a la compactación que tenga el adobe.

Por otro lado, Zamora et al. (2023) en su artículo, tuvieron como propuesta el diseño de mezcla con el adicionamiento de cascara de café y ceniza de cascarilla de arroz para reforzar las propiedades del adobe para la construcción. La metodología fue experimental, la muestra se utilizó porcentajes de 8%, 12% y 15% de cascara de café siendo las cantidades utilizadas para el porcentaje óptimo que fue el de 12% de adición 6.115 kg de cascara de café más 60.780 kg de arcilla para el diseño de 9 muestras, el total de las cantidades utilizadas es de 19.105 kg de cascara de café y 250.000 kg de arcilla. Para el segundo diseño que fue utilizando el 12% de cascara de café más el 5%, 8% y 10% de ceniza de cascarilla de arroz dando que el óptimo fue el de 10%. Uniendo ambos porcentajes se utilizó una cantidad de ceniza de cascarilla de arroz de 8.215 kg más 6.115kg de cascarilla de arroz y los 60.780 kg de arcilla. Conclusión: Conclusión: Al reforzar las propiedades del adobe haciendo uso de aditivos, su resistencia a la compresión mejora en un 88,18%.

Según, Guerrero (2020) en su artículo, tuvieron a bien analizar las características químicas de la cascara de café y cascarilla de arroz utilizando el sistema constructivo por medio del uso de tierra moldeada. El cual analiza las características internas de las cascara de café y cascarilla de arroz, el cual se utilizará para mejorar la resistencia a compresión. En las cenizas de arroz encontramos entre los más resaltantes el silicio oxido con un 84.87%, silicio 64.62%, calcio oxido 1.38% y potasio de oxido un

1.24%. Del mismo modo tenemos las características químicas de la cascara interna del café el cual se encontró un pH de 6.42 y CE (mS/cm) con 2.63, seguidamente de silicio de oxido 56.19%, calcio oxido de 2.8% potasio oxido de 2.18%. siendo estos los análisis arrojados por la investigación hecha sobre adobes con adición del 9% de cascara de café y 14% de ceniza de cascarilla de arroz. Conclusión: El uso de cantidades adecuadas de aditivos en los bloques de tierra permite mejorar su resistencia a la compactación y durabilidad en el tiempo.

Respecto con Guadalupe y Jiménez (2023) en su artículo, analizaron el uso de técnicas constructivas con materiales sustentables. Siendo los porcentajes utilizados de 10% de cascara de café y 10% ceniza de cascarilla de arroz; asimismo, como resultados a los 7 días de 18.12 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días obtuvo 18.64 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 26.71 kg/cm<sup>2</sup> siendo este el porcentaje óptimo al 10% de cascara de café. Se realizó la misma evaluación con la ceniza de cascarilla de arroz más el porcentaje óptimo del primer aditivo siendo los resultados 10% más el 10% en los primeros 7 días de 22.76 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 27.57 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 33.06 kg/cm<sup>2</sup>. Conclusión: Implementar aditivos a las construcciones de adobe incrementa su resistencia a la compresión y durabilidad al pasar de los años; asimismo, va a depender de la dosificación que estos tengan.

En el contexto nacional, Cansino y Olano (2021) en su estudio, el propósito fue establecer la resistencia a la compactación del adobe adicionado con mucilago de café y cascarilla de arroz, el cual su dosificación fue: se utilizó porcentajes de 5%, 7% y 9% de mucilago de café siendo las cantidades utilizadas para el porcentaje óptimo que fue el de 9% de adición 5.450 kg de mucilago de café más 60.720 kg de arcilla para el diseño de 9 muestras, el total de las cantidades utilizadas es de 17.985 kg de mucilago de café y 240.000 kg. Para el segundo diseño que fue utilizando el 9% de cascara de café más el 3%, 5% y 7% de ceniza de cascarilla de arroz dando que el óptimo fue el de 5%. Uniendo ambos porcentajes se utilizó una cantidad de ceniza de cascarilla de arroz de 6.187 kg más 5.450kg de cascarilla de arroz y los 60.720 kg de arcilla respectivamente. Por lo tanto, llegó a concluir que, a mayor cantidad de mucilago de café, la resistencia a la compactación del adobe incrementará.

Por su parte, Cubas y Quiroz (2022) en su estudio analizaron la resistencia a la

compactación del adobe reforzado con la incorporación de flor seca de maíz y cascara de café. El diseño del estudio fue experimental, Siendo los porcentajes utilizados de 15% de cascara de café y 8% flor seca de maíz; asimismo, como resultados a los 7 días de 19.63 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días obtuvo 21.35 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 27.48 kg/cm<sup>2</sup> siendo este el porcentaje óptimo al 15% de cascara de café. Se realizó la misma evaluación con la flor cesa del maíz más el porcentaje óptimo del primer aditivo siendo los resultados 10% más el 8% de flor seca de maíz teniendo como resultados en los primeros 7 días de 21.89 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 28.13 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 33.95 kg/cm<sup>2</sup>. Conclusión: Los porcentajes ideales para contar con una adecuada compresión del adobe es 15% y 8%; es decir, la inclusión de la flor seca de maíz proporciona una resistencia a la presión del adobe.

De igual manera, Medina (2022) en su trabajo investigativo, buscó determinar la influencia de la adición de las hojas secas de bambú en las unidades de adobe. La metodología fue experimental, aplicada, la muestra fue 48 unidades de adobe, el instrumento que empleo para el recojo de evidencias fue la guía de observación. Resultados: Las propiedades físicas del suelo empleado fueron: La humedad promedio fue de 5.24%, arena 44.30%, composición de limos y arcillas del 37.86%; respecto a las cantidades incorporadas de hoja de bambú fue de 10% y 15% de los cuales los resultados de resistencia a la compresión fueron positivos. Conclusión: La cantidad de aditivo de hojas secas de bambú es el 15%, porque mejora de manera relevante las propiedades mecánicas - físicas del adobe; al mismo tiempo beneficia la resistencia ante la compresión.

Respecto con Hurtado-Valdez (2020) en su estudio analizaron atributos constructivos de la torre de adobe de Huánuco. El enfoque metodológico fue cualitativo, no experimental, la muestra fue la Iglesia Virreinal San Cristóbal, la herramienta empleada fue la ficha de observación. Resultados: La capacidad mecánica de los adobes era de 4,55 kg/cm<sup>2</sup> muy por debajo de los 12 kg/cm<sup>2</sup> que pide la Norma E-080, aun así, tuvo una duración por siglos sin derrumbarse frente a movimientos sísmicos; puesto que la base de la torre tenía una resistencia de 1,51 Kg/cm<sup>2</sup>; es decir, la capacidad de compresión era de 1/3. Conclusión: Las características constructivas y la calidad de tierra son esencia para la resistencia a la compresión.

Por su parte, Cerrón (2022) en su artículo, buscó evaluar las propiedades de la cascarilla del arroz y cascara de la café en las viviendas alta andina. El cual analiza las características de la ceniza de la cascarilla de arroz y cascará interna del café el cual se utilizará para mejorar la resistencia a compresión. En las cenizas de arroz encontramos entre los más resaltantes el silicio oxido con un 88.07%, silicio 62.14%, calcio oxido 1.21% y potasio de oxido un 1.19%. Del mismo modo tenemos las características químicas de la cascara interna del café el cual se encontró un pH de 6.39 y CE (mS/cm) con 2.27, seguidamente de silicio de oxido 53.97%, calcio oxido de 2.2% potasio oxido de 2.12%. siendo estos los análisis arrojados por la investigación hecha sobre adobes con adición del 4% de cascara de café y 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

Por último, Zapana (2023) en su artículo, evaluaron las características de los componentes usados en la construcción de las viviendas en Puno. evaluar las muestras de la arcilla para mejorar la resistencia a compresión. Donde las constantes físicas de la muestra las más notorias son: el límite liquido con 28.59gr, limite plástico con 18.36gr y con un índice de plasticidad de 7.12 gr. Así mismo también hizo una evaluación de los ensayos de CBR con la cascara de café con el 6% teniendo como resultados una densidad húmeda no saturado de 3.0123 gr, un porcentaje de humedad no saturado de 16.07%, una densidad seca no saturado de 1.716 gr, un peso del agua no saturado de 32.63 gr y finalmente un peso del suelo seco no saturado de 237.80 gr. También se evaluó su expansión con el 6% de adición, los cuales resulto con un tiempo de 24 horas su expansión fue de 0.132 mm con un porcentaje de 0.150%, para las 48 horas su expansión obtuvo 0.253 mm y un porcentaje de 0.190%, seguidamente para las 72 horas consiguió 0.372 mm y un porcentaje de 0.220% y finalmente para las 96 horas se alcanzó 0.397 mm y un porcentaje de 0.250%. Del mismo modo con la evaluación de penetración siendo los resultados; penetración en 0.100 pulgadas una carga estándar de 70.48 kg/cm<sup>2</sup>, carga de 120 dial con 8 kg/cm<sup>2</sup> y una corrección de 3.74 kg/cm<sup>2</sup> con un 5%, con la penetración en 0.200 pulgadas nos dio que la carga estándar es de 108.12 kg/cm<sup>2</sup>, una carga de 221 dial con 13 kg/cm<sup>2</sup> y una corrección de 7.60 kg/cm<sup>2</sup> con 7.35%. Posteriormente se hizo las mismas evaluaciones con los porcentajes cascarilla de

arroz siendo el más óptimo del 13%. Según lo investigado se procedió a realizar los ensayos del CBR con ambos aditivos con la cascara de café con el 6% más el 13% de ceniza de cascarilla de arroz, teniendo como resultados una densidad húmeda no saturado de 1.903 gr, un porcentaje de humedad no saturado de 20.87%, una densidad seca no saturado de 1.663 gr, un peso del agua no saturado de 46.42 gr y finalmente un peso del suelo seco no saturado de 241.05 gr. Conclusión: Para que los materiales como el adobe cuenten con las características de resistencia y durabilidad deben de incorporarse aditivos que fortalezcan sus propiedades mecánicas y físicas para la construcción.

A continuación, se describen las bases de la variable resistencia a compresión del adobe; según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2020) es la capacidad mecánica que tiene el adobe para resistir fuerzas de compresión o soportar una carga máxima por el área transversal aplicada por una probeta de ensayo de compresión. Por su parte, Brito et al. (2023) postulan que es la facultad que tiene el material para soportar una carga de compresión sin que esta sufra alguna falla o deformación, los cuales están expresadas por lo general por megapascales (MPa) o por libras por pulgada cuadrada (psi). Asimismo, Ramakrishnan et al. (2021) precisan que es de gran relevancia que el diseño y análisis estructura como de sus componentes estén sujetos a la compresión, porque es un factor de relevancia para seleccionar el material idóneo. Por otro lado, Morsy et al. (2022) indican que cuando el material no tiene la capacidad de soportar la carga de compresión aplicada y se deforma con facilidad, esto va a depender enormemente de la calidad de la tierra.

Respecto a la importancia que tenga el adobe a la resistencia a la compresión, de acuerdo con Dormohamadi y Rahimnia (2020) es porque no solo va a ser capaz de resistir fuerzas de compresión, sino que las estructuras sean mucho más estables y seguras; puesto que, si no tiene esta capacidad, puede deformarse con facilidad hasta llegar a colapsar poniendo en riesgo la integridad estructural. Asimismo, Minh, Dao y Babel (2021) expresan que, a mayor resistencia del material, mejor será la calidad de las infraestructuras que se realicen, además de la durabilidad que estas tendrán a lo largo del tiempo será significativo; es decir, serán más duraderos y tendrán una vida útil más prolongada. Por otro lado, Roy y Vilane (2022) aluden que la resistencia que

el adobe tenga a la compresión ante hecho sísmicos, las construcciones garantizarán su seguridad y minimizarán el riesgo al colapso. En forma de resumen, Lamouri, Semcha y Ghamori (2022) mencionan que estas cualidades son esenciales para garantizar la estabilidad, durabilidad y seguridad estructural como para las personas que habitan estas edificaciones.

De acuerdo con las características generales del adobe, Lan et al. (2020) indican que aparte de sus ventajas muy conocidas como la baja conductividad térmica que hace de las casas acogedoras y es una materia prima que se encuentra en el lugar de la construcción, por lo que es de bajo coste en el tema de transporte. Asimismo, Yue et al. (2022) indican que es sustentable, por cuanto se emplea tierra cruda para su elaboración, lo que minimiza el uso de energía para su elaboración; es decir, es respetuoso con el medio ambiente. Por su parte, Parisi, Balestrieri y Varum (2019) mencionan sobre su capacidad de regulación higrométrica; es decir, puede absorber y liberar humedad del ambiente, esto le permite regular la humedad al interior de las construcciones, y cuando son bien construidas y tienen un adecuado mantenimiento, presentan una alta resistencia y durabilidad.

Para medir la resistencia a la compactación del adobe, se tendrá en cuenta Reglamento Nacional de Edificaciones (2020) donde considera la calidad de la tierra, es la capacidad portante que tienen los suelos para brindar condiciones adecuadas al crecimiento de plantas, como para el uso en las construcciones, asimismo, posee una estructura que le permite mantener el agua y su nivel de pH son esenciales de tener en cuenta a la hora de seleccionar esta materia prima; además, de su textura que afectará la capacidad de retención de agua. Por lo tanto, para conocer la capacidad de absorción de agua que este tenga se lleva a cabo un ensayo donde se someten a un tratamiento las unidades secas y mojadas. Asimismo, los límites de Atterberg o de consistencia que se emplee permitirá conocer la consistencia del suelo, es decir, sus límites líquidos, plástico y de contracción para la mejor toma de decisiones a la hora de seleccionar el material.

De acuerdo con lo anterior, la norma técnica peruana 339.129, en un inicio se ha considerado seis límites de consistencia de los suelos de grano fino, dentro de estas se encuentran el límite superior de flujo líquido, viscoso, pegajosidad, cohesión, plástico

y contracción; sin embargo, en la ingeniería solo se hace unos de los tres (líquido, pastoso y contracción), donde para cada uno se lleva a cabo un proceso distinto. Asimismo, se efectuará un ensayo de granulometría, como método de lavado, esto permitirá analizar la distribución de los tamaños de partículas del suelo de manera cuantitativa; es decir, si estas son mayores a 75 mm se empleará el tamizado y si es que son menores se efectúa el proceso de sedimentación con base en la ley de Stokes empleando un densímetro adecuado (Reglamento Nacional de Edificaciones 2020).

El adobe es un material de construcción hecho de tierra sin cocer, cuya composición consiste típicamente en limo (15% a 25%), arcilla (10% a 20%) y arena (55% a 70%). Es importante destacar que la tierra orgánica es inadecuada para su uso en adobe, ya que sus propiedades afectan la capacidad de adhesión de la paja y la arena gruesa, lo que a su vez puede comprometer la estabilidad y durabilidad de la construcción (Reglamento Nacional de Edificaciones 2020).

Por otro lado, concerniente a la cascarilla de café, según Olano, Marín y Benites (2021) mencionan que es la parte externa del grano de café después de la capa mucilaginosa, tiene una composición química de alto contenido de humedad, materia seca, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógeno y fósforo, por lo que es comercializado como materia prima para diversos usos. Por su parte, Floriano, Lizcano y Hortua (2022) indican que representa aproximadamente el 12% del grano de café en base seca.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación se empleó una metodología de carácter aplicado, siguiendo las afirmaciones de CONCYTEC (2018); Hernández y Mendoza (2018), según estos autores, este tipo de estudio se enfoca en lograr objetivos prácticos, buscando generar transformaciones y modificaciones que den como resultados cambios positivos en una realidad específica. En este sentido, el objetivo principal de la tesis fue estudiar el impacto de la adición de cascarilla de café en la resistencia a compresión del adobe reforzado, con el propósito de mejorar su capacidad de soporte. En cuanto al nivel de investigación, se clasifica como explicativo. Según (Otzen y Manterola 2017), este enfoque no se limita únicamente a describir conceptos, sino que busca comprender y proporcionar respuestas a los motivos de un determinado fenómeno. En la presente investigación explica sobre la alteración del adobe al agregar cascarilla de café.

##### **3.1.2. Diseño de la investigación**

Como diseño de investigación fue apropiado un estudio del tipo experimental. Ñaupas et al. (2018) apoya la investigación experimental que tiene como objetivo efectuar un estudio de las variables, de modo que el manejo de eventos entre las dos variables es posible y conocer si hay una conexión. En este estudio, se ha alterado la variable de cascarilla café y su efecto sobre la resistencia de la compactación del adobe con cascarilla de café, se cuenta con el siguiente esquema:

Donde:

G1 = Grupo de experimental

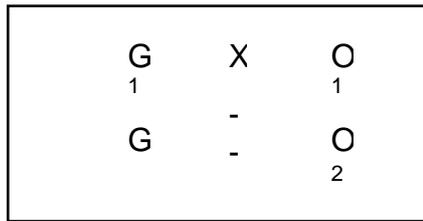
G2 = Grupo de control

X = Estímulo (Ceniza de cascarilla de café)

O1 = Observación de la resistencia a compresión del adobe

O2 = Observación de la resistencia a compresión del adobe

Gráfico 1. Diseño de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** Cascarilla de café

Es la parte externa del grano de café después de la capa mucilaginoso, tiene una composición química de alto contenido de humedad, materia seca, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógeno y fósforo, por lo que es comercializado como materia prima para diversos usos (Olano, Marín y Benites 2021).

**Dimensiones:** Aplicación al 5%, 10% y 15% cascara de café, 5%,10% y 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

**Escala:** Razón.

**Variable dependiente:** Resistencia a compresión del adobe

Es la capacidad mecánica que tiene el adobe para resistir fuerzas de compresión o soportar una carga máxima por el área transversal aplicada por una probeta de ensayo de compresión (Reglamento Nacional de Edificaciones 2020)

**Dimensiones:** calidad de tierra y carga de rotura

**Escala:** Razón.

**Operacionalización:** La operacionalización ver en anexo 1.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población

De acuerdo con lo mencionado por Cisneros-Caicedo et al. (2022) La población puede definirse como un conjunto o colección de elementos, cosas o personas que tienen características comunes y pueden ser observadas. En el contexto dado, el estudio de la población se realizó a través de 36 ensayos.

### **3.3.2. Muestra**

La muestra del estudio fue determinada por 36 ensayos, 9 adobes sin aditivo, 9 adobes con el 5% de cascara de café, 9 con el 10% de cascara de café y 9 con el 15% de cascara de café, así mismo 27 ensayos con ceniza de cascarilla de arroz, 9 adobes con el 5%, 9 con el 10% y 9 con el 15%. Según Terreros, Salazar y Toala (2019), se menciona que dicha muestra es representativa o un subconjunto extraído de una población.

### **3.3.3. Muestreo**

En la investigación se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional. Esto significa que la muestra fue seleccionada por el investigador, quien cree que mediante esta obtendrá los elementos indispensables para llevar a cabo el estudio. Según, Robles (2019), el muestreo intencional no probabilístico consiste en obtener muestras de manera deliberada que representen al conjunto.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

20 pruebas serán realizadas tanto para el grupo de control como para el grupo experimental.

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

Como técnica implantada fue la observación directa. Según Cisneros-Caicedo et al. (2022) esto implica un proceso que facilita la recolección de datos de manera precisa sobre las características de la unidad de estudio. Por lo tanto, la investigación ha sido estructurada, intencional y realizada en campo.

### **Instrumento**

Como instrumento fijado fue la ficha de recolección de datos; para Feria, Matilla y Mantecón (2020) este tipo de herramienta se emplea para consignar información generada a partir de los resultados entre lo observado y el observador.

### **Validez**

Para darle mayor valor a los instrumentos, serán validados bajo la opinión de expertos sobre los temas a tratar y en metodología, con la finalidad de que estos

sean aplicados de manera conveniente.

### **3.5. Procedimientos**

Para la ejecución del estudio se siguieron los siguientes pasos: Fue pertinente la elaboración de ensayos de laboratorio sobre compresión para el adobe reforzado con cascarilla. Asimismo, se realizó un estudio previo sobre el adobe reforzado para conseguir las muestras respectivas. Por consiguiente, fue indispensable la elaboración paso a paso del informe de investigación, recogiendo información valiosa y fidedigna, posterior a ello, se presentaron los resultados, conclusiones y recomendaciones.

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

Respecto al análisis de datos, en el estudio fue conveniente ejecutar los ensayos previos, para lo cual se expresaron y compararon los resultados según la muestra con la aplicación de cascarilla de café, cuyos porcentajes abordan el 5%, 10% y 15%. Por otro lado, se empleó el programa Excel para llevar el orden de los datos y poder expresar los resultados en tablas y figuras.

### **3.7. Aspectos éticos**

Durante la ejecución del trabajo académico se consideró las precisiones dictadas por la institución superior para la elaboración del trabajo académico. De igual modo, se consideró las Normas ISO 690 en su séptima edición para reconocer la autoría de los aportes teóricos en el estudio. Por otro lado, se tuvo en cuenta el principio de beneficencia, con la elaboración del trabajo, se obtuvo resultados favorables que contribuyeron en la resistencia de los adobes. No maleficencia, con el desarrollo de la investigación no se pretende dañar a los involucrados o al medio ambiente, conservando el último, de manera apropiada. Autonomía, permitiendo que los participantes emitan opiniones de manera libre. Respeto a la confidencialidad de datos, se respetó la intervención de cada autor en este estudio. Responsabilidad intelectual, debido a que se tuvo un nuevo elemento que puede contribuir el diseño de los adobes para mayor resistencia.

#### IV. RESULTADOS

Se evaluó las propiedades físicas y químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz y cascara interna del café para mejorar la resistencia a la compresión.

Tabla 1. Análisis de caracterización físicas y químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz y la cáscara interna del café.

	Parámetros	%	ppm
<b>Ceniza de cascarilla arroz</b>	Ph= 9.12		
	CE (Ms/cm)	0,29	178,76
	Silicio Oxido (SiO <sub>2</sub> ) %	86,32	863200,00
	Silicio (Si) %	63,23	632300,00
	Calcio óxido (CaO) %	1,1	11000,00
	Magnesio óxido (MgO) %	0,32	3200,00
	Sodio óxido (Na <sub>2</sub> O) %	0,15	1500,00
	Potasio óxido (K <sub>2</sub> O) %	1,18	11800,00
	Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) %	0,17	1700,00
<b>Cáscara interna del café</b>	<b>Parámetros</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>
	pH = 6,54		
	CE (mS/cm) = 2,32		
	Silicio óxido (SiO <sub>2</sub> ) %	55,23	5520300,00
	Calcio óxido (CaO) %	2,1	21000,00
	Magnesio óxido (MgO) %	0,53	5300,00
	Sodio óxido (Na <sub>2</sub> O) %	0,056	560,00
	Potasio óxido (K <sub>2</sub> O) %	2,13	21300,00
	Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) (%)	0,12	1200,00
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) (%)	0,63	6300,00	

#### Metodología

Digestión ácida nítrica-perclórica, lectura absorción

atómica pH: Potenciometría

C.E.: Conductimetría

Fuente: Elaboración propia - Evaluación de laboratorio.

En la tabla N°1 se evaluaron las características químicas de la ceniza de la cascarilla de arroz y de la cáscara de café. Las propiedades de la ceniza de la cascarilla de arroz mostraron un pH de 9.12, una conductividad eléctrica (CE) de 0.29%, un contenido de óxido de silicio del 86%, un porcentaje de silicio del 63.23%, óxido de calcio al 1.1% y óxido de potasio en un 1.18%. Por otro lado, las

propiedades de la ceniza de la cáscara de café revelaron un pH de 6.54, una conductividad eléctrica de 2.32%, un contenido de óxido de silicio del 55.23%, óxido de calcio al 2.1% y óxido de potasio al 2.13%. Estos resultados permitieron evaluar detalladamente las propiedades físicas y químicas de las cenizas para mejorar la resistencia a la compresión.

Se evaluó los ensayos mecánicos de la arcilla para mejorar la resistencia a la compresión.

Tabla 2. Descripción de la muestra y clasificación de suelo.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
PESO TOTAL	=		<b>630.7 gr</b>
PESO LAVADO	=		261.8 gr
PESO FINO	=		630.7 gr
LÍMITE LÍQUIDO	=		26.81 gr
LÍMITE PLÁSTICO	=		19.41 gr
ÍNDICE PLÁSTICO	=		7.40 gr
CLASF. AASHTO	=		<b>A-4 [ 5]</b>
CLASF. SUCCS	=		<b>C-L</b>
Ensayo Malla #200		P.S.SECO.	P.S. Lavado
			<b>% 200</b>
% Grava	=	<b>0.0 %</b>	
% ARENA	=	<b>41.5 %</b>	
% FINO	=	<b>58.5 %</b>	
P.S.H		<b>3000.0</b>	
P.S. S		<b>2600.0</b>	
AGUA		400.0	
PESO TARRO			
SUELO SECO		2600.0	
% HUMEDAD		15.4	
Coef. Uniformidad	-		<b>Índice de Consistencia</b>
Coef. Curvatura	-		<b>3.6</b>
Pot. de Expansión		<b>Bajo</b>	<b>Estable</b>

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°2 se evaluaron las muestras de suelo recolectadas y su clasificación. El suelo fue identificado como un CL conocido como arcilla con un potencial de expansión bajo, con un índice de consistencia 3.6 de coeficiente de curvatura denominado estable, lo cual se menciona en la muestra con un peso total de 630.7 gr, del mismo modo un peso de lavado de 261.8 gr, así mismo nos dice que de peso fino contiene 630.7 gr, por otro lado como límite líquido contiene 26.81 gr, del mismo modo el límite plástico es de 19.41gr, no obstante su clasificación AASHTO

es A-4 [ 5], por ello en la malla #200 hemos trabajado con un porcentaje de grava en peso seco de 0.0% del mismo modo el porcentaje de la arena fue de 41.5% y finalmente el porcentaje de fino fue de 58.5%.

Tabla 3. Descripción de la muestra y clasificación de suelo.

<b>CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</b>	
LÍMITE LIQUIDO	<b>26.81</b>
LÍMITE PLÁSTICO	<b>19.41</b>
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	<b>7.40</b>

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°03, se evaluaron las constantes físicas de la muestra teniendo el límite líquido de 26.81 gr, así mismo en el límite plástico es de 19.41 gr y finalmente como índice de plasticidad se obtiene 7.40 gr.

Tabla 4. Evaluación de ensayos de CBR de 5%, 10% y 15% de la cascara de café.

<b>ENSAYO DE CBR</b>			
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193			
Molde N°		3	20
N° Capa		5	5
Golpes por capa N°		56	25
Cond. De la muestra		<b>NO SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>
Peso del suelo húmedo	(gr)	5324	4598
Densidad húmeda		2.329	2.074
Humedad	(%)	14.55	14.75
Densidad seca		2.033	1.807
Peso del Agua		34.30	45.00
Peso del suelo seco		235.70	305.00
Humedad	(%)	14.55	14.75
Promedio de Humedad	(%)	14.55	14.75

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°4 se evaluaron a detalle los ensayos de CBR de 5%, 10% y 15% se pudo observar que con el molde N°3 con la cantidad de capas de 5 y 56 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 5324 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 2.329 gr, como humedad no saturada se logró 14.55%, en densidad seca no saturado se alcanzó 2.033 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 34.30 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 235.70 gr. Seguidamente con el N°20 con la cantidad de capas de 5 y 25 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo

4598 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 2.074 gr, como humedad no saturada se logró 14.75%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.807 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 45.00 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 305.00 gr. Concluyendo con el N°19 con la cantidad de capas de 5 y 12 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 4044 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.720 gr, como humedad no saturada se logró 14.47%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.503 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 27.30 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 188.70.

Tabla 5. Evaluación de expansión al 5%, 10% y 15% de café.

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN								
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/10/2023	09:30:00	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
10/10/2023	09:30:00	24	6.0	0.152	0.120	11.0	0.279	0.220	21.0	0.533	0.420
11/10/2023	09:30:00	48	6.0	0.152	0.120	14.0	0.356	0.280	21.0	0.533	0.420
12/10/2023	09:30:00	72	7.0	0.178	0.140	16.0	0.406	0.320	21.0	0.559	0.440
13/10/2023	09:30:00	96	8.0	0.203	0.160	18.0	0.457	0.360	21.0	0.559	0.440

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°5 se evaluaron la expansión de los adobes y los resultados de la evaluación adicionando el 5%, 10% y 15% de café, con fecha del 9/10/2023-13/10/2023, en las primeras 24 horas con dial de 6.0, mostraron una expansión de 0.152 milímetros y 0.120%, así mismo con el dial 11.0, se obtuvo una expansión de 0.279 milímetros y 0.220%, finalmente con el dial 21.0 se logró una expansión de 0.533 milímetros y 0.420%, así mismo a las 48 horas los resultados fueron; con un dial de 6.0, una expansión de 0.152 milímetros y 0.120%, así mismo con el dial 14.0, se obtuvo una expansión de 0.356 milímetros y 0.280%, finalmente con el dial 21.0 se logró una expansión de 0.533 milímetros y 0.420%, para las 72 horas se consiguió que con el dial 7.0, una expansión de 0.178 milímetros y 0.140%, así mismo con el dial 16.0, se obtuvo una expansión de 0.406 milímetros y 0.320%, finalmente con el dial 21.0 se logró una expansión de 0.559 milímetros y 0.440%, concluyendo la tabla a las 96 horas alcanzo un dial de 8.0, una expansión de 0.203 milímetros y 0.160%, así mismo con el dial 18.0, se obtuvo una expansión de 0.457 milímetros y 0.360%, finalmente con el dial

21.0 se logró una expansión de 0.559 milímetros y 0.440%.

Tabla 6. Evaluación de penetración al 5%, 10% y 15% de café

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		30	1			30	1			29	1		
0.50		65	3			66	3			56	3		
0.75		95	5			84	4			82	4		
<b>0.100</b>	<b>70.31</b>	<b>130</b>	<b>6</b>	<b>6.29</b>	<b>8.9</b>	<b>117</b>	<b>6</b>	<b>4.15</b>	<b>5.9</b>	<b>99</b>	<b>5</b>	<b>2.80</b>	<b>4.0</b>
0.150		170	8			177	9			130	6		
<b>0.200</b>	<b>105.46</b>	<b>255</b>	<b>12</b>	<b>12.54</b>	<b>11.9</b>	<b>224</b>	<b>11</b>	<b>8.00</b>	<b>7.6</b>	<b>155</b>	<b>8</b>	<b>5.63</b>	<b>5.3</b>
0.250		315	15			279	14			180	9		
0.300		365	18			344	17			210	10		
0.400													

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°6 se evaluaron los resultados a la penetración adicionando el 5%, 10% y 15% de café, con una penetración de 0.100 pulgadas una carga de 70.31 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga dial de 130 y 6 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 6.29 kg/cm<sup>2</sup> y 8.9%, de igual manera con el molde N°20 se consiguió una carga dial de 117 y 6 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 4.15 kg/cm<sup>2</sup> y 5.9%, finalmente con el molde N°19 obtuvo carga dial de 99 y 5 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 2.80 kg/cm<sup>2</sup> y 4.0%. concluyendo con la penetración de 0.200 pulgadas una carga de 105.46 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga dial de 255 y 12 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 12.54 kg/cm<sup>2</sup> y 11.9%, de igual manera con el molde N°20 se consiguió una carga dial de 224 y 11 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 8.00 kg/cm<sup>2</sup> y 7.6%, finalmente con el molde N°19 obtuvo carga dial de 155 y 8 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 5.63 kg/cm<sup>2</sup> y 5.3%.

Tabla 7. Evaluación del contenido de humedad del diseño óptimo 10% de cáscara de café con la incorporación al 5%, 10% y 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

CONTENIDO DE HUMEDAD
MÉTODO DE COMPACTACIÓN: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA: 25
NUMERO DE CAPAS: 3

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO DE SUELO SECO (gr)	123.61	121.11	120.08	118.01	<b>10%-5%</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.99	15.94	17.21	19.65	
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) 1.730</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 18.20</b>				
PESO DE SUELO SECO (gr)	198.50	204.21	208.60	214.10	<b>10%-10%</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.57	14.51	16.49	18.59	
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) 1.600</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 17.10</b>				
PESO DE SUELO SECO (gr)	201.11	206.02	208.99	211.40	<b>10%-15%</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.86	19.43	20.97	23.25	
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) 1.475</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 21.80</b>				

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°7 se evaluaron los resultados del contenido de humedad del diseño óptimo con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, como método de compactación "A", el número de golpes por capa son 25 y el número de capas son 3. En el ensayo N°1 como peso del suelo nos da 123.61 gr y contenido de humedad 13.99 gr, en el ensayo N°2 se obtuvo un peso del suelo de 121.11 gr y contenido de humedad 15.94 gr, en el ensayo N°3 se logró un peso del suelo de 120.08 gr y contenido de humedad 17.21 gr, finalmente con el ensayo N°4 se consiguió un peso del suelo de 118.01 gr y contenido de humedad 19.65 gr, esto concierne al porcentaje de adición del 10% de óptimo y 5% ceniza de cascarilla de arroz, como máxima densidad seca 1.730 gr/cm<sup>3</sup> y óptimo contenido de humedad 18.20%. Como segundo diseño se muestra que con el ensayo N°1 como peso del suelo nos da 198.50 gr y contenido de humedad 12.57 gr, en el ensayo N°2 se obtuvo un peso del suelo de 204.21 gr y contenido de humedad 14.51 gr, en el ensayo N°3 se logró un peso del suelo de 208.60 gr y contenido de humedad 16.49 gr, finalmente con el ensayo N°4 se consiguió un peso del suelo de 214.10 gr y contenido de humedad 18.59 gr, esto concierne al porcentaje de adición del 10% de óptimo y 5% ceniza de cascarilla de arroz, como máxima densidad seca 1.600 gr/cm<sup>3</sup> y óptimo contenido de humedad 17.00%. concluyendo con el tercer diseño tenemos que el peso del suelo nos da 201.11 gr y contenido de humedad 16.86 gr, en el ensayo N°2 se obtuvo un peso del suelo de 206.02 gr y contenido de humedad 19.43 gr, en el ensayo N°3 se logró un peso del suelo de 208.99 gr y contenido de humedad 20.97 gr, finalmente con el ensayo N°4 se consiguió un peso del suelo de 211.40gr y contenido de humedad 23.25 gr, esto concierne al porcentaje de adición del 10% de óptimo y 5% ceniza de cascarilla de arroz, como máxima densidad seca 1.475

gr/cm<sup>3</sup> y óptimo contenido de humedad 21.80%.

Tabla 8. Evaluación del CBR del diseño óptimo 10% de cascarilla de café con la incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

<b>ENSAYO DE CBR</b>			
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193			
Molde N°		20	19
N° Capa		5	5
Golpes por capa N°		56	25
<b>Cond. de la muestra</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>
Peso del suelo húmedo	(gr)	4493	4315
Densidad húmeda		2.046	1.946
Humedad	(%)	18.79	18.38
Densidad seca		1.722	1.644
Peso del Agua		43.49	55.28
Peso del suelo seco		231.50	300.70
Humedad	(%)	18.79	18.38
Promedio de Humedad	(%)	18.79	18.38

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°8 se evaluaron los resultados de ensayos de CBR del 10% y 5% se observó que con el molde N°20 con la cantidad de capas de 5 y 56 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 4493 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 2.046 gr, como humedad no saturada se logró 18.79%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.722 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 43.49 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 231.50 gr. Seguidamente con el N°19 con la cantidad de capas de 5 y 25 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 4315 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.946 gr, como humedad no saturada se logró 18.38%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.644 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 55.28 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 300.70 gr. Concluyendo con el N°12 con la cantidad de capas de 5 y 12 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 4315 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.847 gr, como humedad no saturada se logró 18.56%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.558 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 33.80 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado

obtuvo 182.10 gr.

Tabla 9. Evaluación de expansión del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/10/2023	09:30:00	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
10/10/2023	09:30:00	24	7.0	0.178	0.140	13.0	0.330	0.260	23.0	0.585	0.460
11/10/2023	09:30:00	48	9.0	0.229	0.180	14.0	0.356	0.280	25.0	0.635	0.500
12/10/2023	09:30:00	72	10.0	0.254	0.200	15.0	0.381	0.300	26.0	0.660	0.520
13/10/2023	09:30:00	96	12.0	0.305	0.240	18.0	0.457	0.360	28.0	0.711	0.560

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°9 se evaluaron los resultados de la expansión adicionando el 10% del optimo más el 5% de ceniza de cascarilla de arroz, con fecha del 9/10/2023-13/10/2023, en las primeras 24 horas con dial de 7.0, una expansión de 0.178 milímetros y 0.140%, así mismo con el dial 13.0, se obtuvo una expansión de 0.330 milímetros y 0.260%, finalmente con el dial 23.0 se logró una expansión de 0.585 milímetros y 0.460%, así mismo a las 48 horas los resultados fueron; con un dial de 9.0, una expansión de 0.229 milímetros y 0.180%, así mismo con el dial 14.0, se obtuvo una expansión de 0.356 milímetros y 0.280%, finalmente con el dial 25.0 se logró una expansión de 0.635 milímetros y 0.500%, para las 72 horas se consiguió que con el dial 10.0, una expansión de 0.305 milímetros y 0.200%, así mismo con el dial 15.0, se obtuvo una expansión de 0.381 milímetros y 0.300%, finalmente con el dial 26.0 se logró una expansión de 0.660 milímetros y 0.520%, concluyendo la tabla a las 96 horas alcanzo un dial de 12.0, una expansión de 0.305 milímetros y 0.240%, así mismo con el dial 18.0, se obtuvo una expansión de 0.457 milímetros y 0.360%, finalmente con el dial 28.0 se logró una expansión de 0.711 milímetros y 0.560%.

Tabla 10. Evaluación de penetración del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°20				MOLDE N°19				MOLDE N°12			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		26	1			17	1			11	1		
0.50		59	3			39	2			26	1		
0.75		96	5			64	3			43	2		
<b>0.100</b>	<b>70.31</b>	<b>125</b>	<b>6</b>	<b>6.07</b>	<b>8.6</b>	<b>83</b>	<b>4</b>	<b>4.05</b>	<b>5.8</b>	<b>55</b>	<b>3</b>	<b>2.70</b>	<b>3.8</b>
0.150		186	9			124	6			83	4		
<b>0.200</b>	<b>105.46</b>	<b>233</b>	<b>11</b>	<b>11.55</b>	<b>11.0</b>	<b>155</b>	<b>8</b>	<b>7.70</b>	<b>7.3</b>	<b>103</b>	<b>5</b>	<b>5.13</b>	<b>4.9</b>
0.250		276	14			184	9			123	6		
0.300		317	15			211	10			141	7		
0.400													

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En el molde N°20 se evaluaron la penetración adicionando el 10% del optimo y 5% de ceniza de cascarilla de arroz, con una penetración de 0.100 pulgadas una carga de 70.31 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga dial de 125 y 6 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 6.07 kg/cm<sup>2</sup> y 8.6%, de igual manera con el molde N°19 se consiguió una carga dial de 83 y 4 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 4.05 kg/cm<sup>2</sup> y 5.8%, finalmente con el molde N°12 obtuvo carga dial de 55 y 3 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 2.70 kg/cm<sup>2</sup> y 3.8%. concluyendo con la penetración de 0.200 pulgadas una carga de 105.46 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga dial de 233 y 11 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 11.55 kg/cm<sup>2</sup> y 11.0%, de igual manera con el molde N°19 se consiguió una carga dial de 155 y 8 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 7.70 kg/cm<sup>2</sup> y 7.3%, finalmente con el molde N°12 obtuvo carga dial de 103 y 5 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 5.13 kg/cm<sup>2</sup> y 4.9%.

Tabla 11. Evaluación del CBR del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 10% de ceniza de cascarilla de arroz.

ENSAYO DE CBR				
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193				
Molde N°		3	13	15
N° Capa		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Cond. de la muestra		NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso del suelo húmedo	(gr)	4301	3971	3980
Densidad húmeda		1.881	1.791	1.691
Humedad	(%)	17.83	17.67	17.89
Densidad seca		1.596	1.522	1.434
Peso del Agua		41.00	53.89	32.90

Peso del suelo seco		229.99	304.99	183.87
Humedad	(%)	17.83	17.67	17.89
Promedio de Humedad	(%)	17.83	17.67	17.89

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°11 se evaluaron los ensayos de CBR del 10% y 10% se puede observar que con el molde N°3 con la cantidad de capas de 5 y 56 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 4301 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.881 gr, como humedad no saturada se logró 17.83%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.596 gr, por otro lado, el peso del agua no saturado de consiguió 41.00 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 229.99 gr. Seguidamente con el N°13 con la cantidad de capas de 5 y 25 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 3971 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.791 gr, como humedad no saturada se logró 17.67%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.522 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 53.89gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 304.99 gr. Concluyendo con el N°12 con la cantidad de capas de 5 y 12 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 4315 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.847 gr, como humedad no saturada se logró 18.56%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.558 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 33.80 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 182.10 gr.

Tabla 12. Evaluación de la expansión del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 10% de ceniza de cascarilla de arroz.

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN							
				EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/11/2023	09:30:00	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
10/11/2023	09:30:00	24	50.0	1.270	1.000	70.0	1.778	1.400	88.0	2.235	1.760
11/11/2023	09:30:00	48	60.0	1.524	1.200	85.0	2.159	1.700	96.0	2.438	1.920
12/11/2023	09:30:00	72	64.0	1.626	1.280	96.0	2.438	1.920	101.0	2.565	2.020
13/11/2023	09:30:00	96	66.0	1.676	1.320	100.0	2.540	2.000	103.0	2.616	2.060

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°12 se evaluaron la expansión adicionando el 10% del optimo más

el 10% de ceniza de cascarilla de arroz, con fecha del 9/11/2023- 13/11/2023, en las primeras 24 horas con dial de 50.0, una expansión de 1.270 milímetros y 1.000%, así mismo con el dial 70.0, se obtuvo una expansión de 1.778 milímetros y 1.400%, finalmente con el dial 88.0 se logró una expansión de 2.235 milímetros y 1.760%, así mismo a las 48 horas los resultados fueron; con un dial de 60.0, una expansión de 1.524 milímetros y 1.200%, así mismo con el dial 85.0, se obtuvo una expansión de 2.159 milímetros y 1.700%, finalmente con el dial 96.0 se logró una expansión de 2.438 milímetros y 1.920%, para las 72 horas se consiguió que con el dial 64.0, una expansión de 1.626 milímetros y 1.280%, así mismo con el dial 96.0, se obtuvo una expansión de 2.438 milímetros y 1.920%, finalmente con el dial 101.0 se logró una expansión de 2.565 milímetros y 2.020%, concluyendo la tabla a las 96 horas alcanzo un dial de 66.0, una expansión de 1.676 milímetros y 1.320%, así mismo con el dial 100.0, se obtuvo una expansión de 2.540 milímetros y 2.000%, finalmente con el dial 103.0 se logró una expansión de 2.616 milímetros y 2.060%.

Tabla 13. Evaluación de penetración del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 10% de ceniza de cascarilla de arroz.

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°3				MOLDE N°13				MOLDE N°15			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		30	1			20	1			13	1		
0.50		59	3			39	2			26	1		
0.75		90	4			60	3			40	2		
<b>0.100</b>	<b>70.31</b>	<b>113</b>	<b>6</b>	<b>5.66</b>	<b>8.0</b>	<b>75</b>	<b>4</b>	<b>4.27</b>	<b>6.1</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>2.85</b>	<b>4.1</b>
0.150		173	8			115	6			77	4		
<b>0.200</b>	<b>105.46</b>	<b>210</b>	<b>10</b>	<b>10.49</b>	<b>9.9</b>	<b>140</b>	<b>7</b>	<b>9.00</b>	<b>8.5</b>	<b>93</b>	<b>5</b>	<b>6.00</b>	<b>5.7</b>
0.250		258	13			172	8			115	6		
0.300		300	15			200	10			133	7		
0.400													

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°13 se evaluaron los resultados a la penetración adicionando el 10% del optimo y 10% de ceniza de cascarilla de arroz, con una penetración de 0.100 pulgadas una carga de 70.31 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga

dial de 113 y 6 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 5.66 kg/cm<sup>2</sup> y 8.0%, de igual manera con el molde N°13 se consiguió una carga dial de 75 y 4 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 4.27 kg/cm<sup>2</sup> y 6.1%, finalmente con el molde N°12 obtuvo carga dial de 50 y 2 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 2.85 kg/cm<sup>2</sup> y 4.1%. concluyendo con la penetración de 0.200 pulgadas una carga de 105.46 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga dial de 210 y 10 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 10.49 kg/cm<sup>2</sup> y 9.9%, de igual manera con el molde N°19 se consiguió una carga dial de 140 y 7 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 9.00 kg/cm<sup>2</sup> y 8.5%, finalmente con el molde N°12 obtuvo carga dial de 93 y 5 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 6.00 kg/cm<sup>2</sup> y 5.7%.

Tabla 14. Evaluación del CBR del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

<b>ENSAYO DE CBR</b>			
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193			
Molde N°		4	11
N° Capa		5	5
Golpes por capa N°		56	25
			12
<b>Cond. de la muestra</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>
Peso del suelo húmedo	(gr)	3841	3746
Densidad húmeda		1.764	1.690
Humedad	(%)	21.27	21.94
Densidad seca		1.455	1.386
Peso del Agua		49.63	63.87
Peso del suelo seco		233.32	291.07
Humedad	(%)	21.27	21.94
Promedio de Humedad	(%)	21.27	21.94

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°14 se evaluaron los resultados de la evaluación de ensayos de CBR del 10% y 15% se puede observar que con el molde N°4 con la cantidad de capas de 5 y 56 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 3841 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.764 gr, como humedad no saturada se logró 21.27 %, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.455 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 49.63 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 233.32 gr. Seguidamente con el N°11 con la cantidad de capas de 5 y 25 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 3746 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió

1.690 gr, como humedad no saturada se logró 21.94 %, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.386 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 63.87 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 291.07 gr. Concluyendo con el N°36 con la cantidad de capas de 5 y 12 golpes por capa, como condición de la muestra en peso del suelo húmedo no saturado se obtuvo 3744 gr, en densidad húmeda no saturado se consiguió 1.591 gr, como humedad no saturada se logró 21.29%, en densidad seca no saturado se alcanzó 1.312 gr, por otro lado el peso del agua no saturado de consiguió 39.83 gr y finalmente en peso del suelo seco no saturado obtuvo 187.05 gr.

Tabla 15. Evaluación de expansión del diseño óptimo 10% de cascara de café con la incorporación al 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN							
				EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/11/2023	09:30:00	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
11/1/2023	09:30:00	24	66.0	1.676	1.320	86.0	2.184	1.720	127.0	3.226	2.540
12/11/2023	09:30:00	48	87.0	2.210	1.740	108.0	2.743	2.160	160.0	4.064	3.200
13/11/2023	09:30:00	72	106.0	2.692	2.120	135.0	3.429	2.700	169.0	4.293	3.380
14/11/2032	09:30:00	96	108.0	2.743	2.160	146.0	3.708	2.920	199.0	5.055	3.980

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°15 se evaluaron los resultados de la expansión adicionando el 10% del óptimo más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz, con fecha del 10/11/2023- 14/11/2023, en las primeras 24 horas con dial de 66.0, una expansión de 1.676 milímetros y 1.320%, así mismo con el dial 86.0, se obtuvo una expansión de 2.184 milímetros y 1.720 %, finalmente con el dial 127.0 se logró una expansión de 3.226 milímetros y 2.540%, así mismo a las 48 horas los resultados fueron; con un dial de 87.0, una expansión de 2.210 milímetros y 1.740%, así mismo con el dial 108.0, se obtuvo una expansión de 2.743 milímetros y 2.160%, finalmente con el dial 160.0 se logró una expansión de 4.064 milímetros y 3.200%, para las 72 horas se consiguió que con el dial 106.0, una expansión de 2.692 milímetros y 2.120%, así mismo con el dial 135.0 se obtuvo una expansión de 3.429 milímetros y 2.700%, finalmente con el dial 169.0 se logró una expansión de 4.293 milímetros y 3.380%, concluyendo la tabla a las 96 horas alcanzo un dial de 108.0, una expansión de 2.692 milímetros y 2.120%,

así mismo con el dial 146.0, se obtuvo una expansión de 3.708 milímetros y 2.920%, finalmente con el dial 199.0 se logró una expansión de 5.055 milímetros y 3.980%.

Tabla 16. Evaluación de penetración del diseño optimo 10% de cascara de café con la incorporación al 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°4				MOLDE N°11				MOLDE N°36			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		23	1			15	1			10	1		
0.50		51	2			34	2			23	1		
0.75		83	4			55	3			37	2		
<b>0.100</b>	<b>70.31</b>	<b>117</b>	<b>6</b>	<b>5.44</b>	<b>7.7</b>	<b>78</b>	<b>4</b>	<b>3.63</b>	<b>5.2</b>	<b>52</b>	<b>3</b>	<b>2.42</b>	<b>3.4</b>
0.150		168	8			112	5			75	4		
<b>0.200</b>	<b>105.46</b>	<b>218</b>	<b>11</b>	<b>10.81</b>	<b>10.3</b>	<b>145</b>	<b>7</b>	<b>7.21</b>	<b>6.8</b>	<b>97</b>	<b>5</b>	<b>4.81</b>	<b>4.6</b>
0.250		269	13			179	9			119	6		
0.300		300	15			200	10			133	7		
0.400													

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°16 se evaluaron la penetración adicionando el 10% del optimo y 15% de ceniza de cascarilla de arroz, con una penetración de 0.100 pulgadas una carga de 70.31 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga dial de 117 y 6 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 5.44 kg/cm<sup>2</sup> y 7.7%, de igual manera con el molde N°11 se consiguió una carga dial de 78 y 4 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 3.63 kg/cm<sup>2</sup> y 5.2%, finalmente con el molde N°36 obtuvo carga dial de 52 y 3 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 2.42 kg/cm<sup>2</sup> y 3.4%. concluyendo con la penetración de 0.200 pulgadas una carga de 105.46 kg/cm<sup>2</sup>, nos menciona que se obtuvo una carga dial de 218 y 11 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 10.81 kg/cm<sup>2</sup> y 10.3%, de igual manera con el molde N°11 se consiguió una carga dial de 145 y 7 kg/cm<sup>2</sup>, una corrección de 7.21 kg/cm<sup>2</sup> y 6.8%, finalmente con el molde N°36 obtuvo carga dial de 97 y 5 kg/cm<sup>2</sup>, y una corrección de 4.81 kg/cm<sup>2</sup> y 4.6%.

Se diseñó la resistencia a la compresión del adobe con incorporación de ceniza de

cascara de café y cascara de arroz con los porcentajes de 5%, 10% y 15%.

Tabla 17. Evaluación de la Resistencia a la compresión de la cascara de café.

Porcentajes	7 días	14 días	28 días
0	16.32 kg/cm <sup>2</sup>	19.01 kg/cm <sup>2</sup>	20.48 kg/cm <sup>2</sup>
5	17.41 kg/cm <sup>2</sup>	19.63 kg/cm <sup>2</sup>	23.78 kg/cm <sup>2</sup>
<b>10</b>	<b>19.47 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>24.85 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>27.86 kg/cm<sup>2</sup></b>
15	18.57 kg/cm <sup>2</sup>	22.78 kg/cm <sup>2</sup>	25.54 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

Los resultados de la tabla N°17 muestra que se diseñó la resistencia del adobe a la compresión, mostrándonos que el adobe alcanzo 20.48 kg/cm<sup>2</sup> en los 28 días, por otro lado, añadiendo el 5% de cascara de café se logró una resistencia de 23.78 kg/cm<sup>2</sup>, del mismo modo al incluir el 10% de aditivo se alcanzó 27.86 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente al adicionar el 15% de cascara de café se obtuvo 25.54 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual deducimos que el porcentaje de 10% de cascara de café es el óptimo para su utilización.

Tabla 18. Evaluación de la Resistencia a la compresión con el óptimo más la cascarilla de arroz.

Porcentajes	7 días	14 días	28 días
0	16.32 kg/cm <sup>2</sup>	19.01 kg/cm <sup>2</sup>	20.48 kg/cm <sup>2</sup>
10-5	19.13 kg/cm <sup>2</sup>	23.58 kg/cm <sup>2</sup>	25.41 kg/cm <sup>2</sup>
10-10	20.16 kg/cm <sup>2</sup>	25.33 kg/cm <sup>2</sup>	28.98 kg/cm <sup>2</sup>
<b>10-15</b>	<b>22.72 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>26.86 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>31.37 kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

En la tabla N°18 se diseñó el porcentaje óptimo de la cascara de café más los porcentajes de la cascarilla de arroz. Por ello como primera muestra tuvimos al adobe patrón con 20.48 kg/cm<sup>2</sup> a los 18 días, así mismo con el 10% del optimo más el 5% de cascarilla de arroz se consiguió 25.41 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días, de igual manera al incluir el 10% del optimo más 10% de cascarilla de arroz se consiguió una resistencia de 28.98 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, finalmente a al adicionar el 10% mas 15% se logró alcanzar 31.37 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, de lo cual se concluyó que el porcentaje más óptimo con los dos aditivos es utilizando el 10% de cascara de café más 15% de cascarilla de arroz.

Se diseñó la dosificación de mezcla con incorporación de cascara de café y

cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión.

Tabla 19. Evaluación de mezcla del adobe con adición de cascara de café.

Porcentajes	Cant. cascara de café	Cant. de Arcilla
0%	-	60.750 kg
5%	3.038 kg	60.750 kg
<b>10%</b>	<b>6.075 kg</b>	<b>60.750 kg</b>
15%	9.113 kg	60.750 kg
<b>Total</b>	<b>18.225 kg</b>	<b>243.000 kg</b>

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

Se diseñó que para el adobe patrón solo se utilizó una cantidad de 60.750 kg de arcilla, seguidamente en con el 5% se utilizó 3.038 kg de cascara de café más 60.750 kg de arcilla, del mismo modo con el 10% se utilizó 6.075 kg de cascara de café más 60.750 kg de arcilla y finalmente con el 15% se utilizó 9.113 kg de cascara de café y 60.750 kg de arcilla, concluimos que el porcentaje más optimo es utilizando el 10% de cascara de café, dando un total utilizado de 18.225kg de cascara de café y 243.00 kg de arcilla.

Tabla 20. Evaluación de mezcla dicionando el porcentaje optimo más la cascarilla de arroz.

Porcentajes	Cant. de cascarilla de arroz	Cant. de Arcilla	Cant. cascara de café
0%	-	60.750 kg	-
10%-5%	3.038 kg	60.750 kg	6.075 kg
10%-10%	6.075 kg	60.750 kg	6.075 kg
<b>10%-15%</b>	<b>9.113 kg</b>	<b>60.750 kg</b>	<b>6.075 kg</b>
<b>Total</b>	<b>18.225 kg</b>	<b>243.000 kg</b>	<b>18.225 kg</b>

Fuente: Elaboración propia – datos de laboratorio.

La tabla N°20 se diseñó que el primer diseño patrón solo se utilizó 60.750 kg de arcilla, por otro lado para el segundo diseño del 5% se utilizó 3.038 kg cascarilla de arroz más el porcentaje optimo que es 6.075 kg y 60.750 kg de arcilla, así mismo en el tercer diseño es del 10% se utilizó 6.075 kg de cascarilla de arroz más el porcentaje optimo que es 6.075 kg y 60.750 kg de arcilla , de igual manera para el tercer diseño de 15% se utilizó 9.113 kg de cascarilla de arroz

más el porcentaje optimo que es 6.075 kg y 60.750 kg de arcilla, por lo tanto se dedujo que el porcentaje más optimo utilizando los dos aditivos es el 15% de cascarilla de arroz más 10% de cascarilla de café, esto nos dio un total de 18.225 kg de cascarilla de arroz, 243.000 kg de arcilla y 18.225 kg de cascara de café.

## V. DISCUSIÓN

De los resultados con el antecedente Hernández, Jiménez y Martínez (2021) el cual muestra la adición de cascara de café y cascara de arroz en el adobe con el propósito de evaluar las propiedades mecánicas de las muestras en resistencia a compresión, según el específico 2. Los autores obtuvieron los siguientes resultados primeramente con el 15% de cascara de café; el límite líquido con 26.68gr, límite plástico con 18.76 gr y con un índice de plasticidad de 7.48 gr. Así mismo también hizo una evaluación de los ensayos con la cascarilla de arroz al 20% obteniendo los siguientes resultados el límite líquido con 24.37gr, límite plástico con 20.78 gr y con un índice de plasticidad de 7.25 gr. De lo contrario en nuestros resultados se los exámenes según el laboratorio tenemos como límite líquido con 26.81gr, límite plástico con 19.41gr y con un índice de plasticidad de 7.40 gr. Por lo que deducimos que los resultados de los exámenes mecánicos varían la mínima cantidad.

Según los resultados se los antecedentes Chacón et al. (2021) el cual en su artículo hace referencia a las características de la ceniza de la cascarilla de arroz y la cascara de café, según el específico 1. El autor utilizó los porcentajes de 8% de cascara de café y 10% de ceniza de cascarilla de arroz, teniendo como resultados en la ceniza de cascara de arroz una cantidad de silicio oxido con un 86.41%, silicio 63.32%, calcio oxido 1.13% y potasio de oxido un 1.16%. de la misma manera se evaluó la cascara de café obteniendo un pH de 6.54 y CE (mS/cm) con 2.32, también obtuvo una cantidad de silicio de oxido con 55.31%, calcio oxido con 2.4% y potasio oxido de 2.15%. Como resultados nuestros utilizamos 10% de cascara de café y 15% de cascarilla de arroz, tenemos que la ceniza de la cascarilla de arroz tiene silicio oxido un 86.32%, silicio 63.23%, calcio oxido 1.1% y potasio de oxido un 1.18%, mientras que la cascara del café encontramos pH = 6.54, CE = 2.32 y también silicio oxido con un 55.23%, calcio oxido 2.1% y potasio de oxido un 2.13%. Por lo tanto, podemos observar que el motivo por el cual varía la cantidad es por los porcentajes de adición ya que no son los mismos, por lo que se recomienda utilizar el ambos siempre y cuando estén asesorados por un especialista.

De los resultados del antecedente Rivera et al (2021) el cual propuso evaluar la resistencia a la compresión de los adobes con adición de cascara de café 10% y ceniza de cascarilla de arroz al 20%, según el específico 3. Teniendo como resultados adicionando el 10% de cascara de café sus resultados fueron que a los 7 días de 19.84 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días obtuvo 25.13 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 28.04 kg/cm<sup>2</sup>. En nuestros resultados tenemos que a los 7 días de 19.47 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días obtuvo 24.85 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 27.86 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el porcentaje el mismo, la variación de los resultados es del 0.6% por lo que es mínima. Por otro lado, el autor tomo el porcentaje óptimo de la cascara de café más el 20% de la ceniza de arroz el cual logro los resultados en los primeros 7 días de 23.56 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 28.03 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 32.15 kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que en nuestros resultados adicionando el 15% de ceniza de cascarilla de café tenemos en los primeros 7 días de 22.72 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 26.86 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 31.37 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, a pesar de que los porcentajes sean un poco cercanos la variación de los resultados a los 28 días es de 0.7% por lo que aún es mínima. Se deduce que el porcentaje más recomendable es utilizando el 10% de cascara de café y 20% de ceniza de cascarilla de arroz.

Según los resultados del antecedente Zamora et al (2023) el cual en su estudio hace mención al diseño de mezcla de la cascara de café y ceniza de cascarilla de arroz, según el específico 4. El autor utilizo los porcentajes de 8%, 12% y 15% de cascara de café siendo su porcentaje optimo al 12% para el cual se elaboró con las cantidades de 6.115 kg de cascara de café más 60.780 kg de arcilla para el diseño de 9 muestras, el total de las cantidades utilizadas es de 19.105 kg de cascara de café y 250.000 kg de arcilla. Para nuestro porcentaje optimo que es el 10% de cascara de café se utilizó las proporciones de 6.0775 kg cascara de café y 60.750 kg de arcilla, obteniendo una cantidad total de 18.225 kg de cascara de café y 243.000 kg de arcilla. El autor para su segundo diseño utilizo optimo porcentaje que fue el 10% siendo este que uniendo ambos porcentajes se utilizó una cantidad de ceniza de cascarilla de arroz de 8.215 kg más 6.115kg de cascarilla de arroz y los 60.780 kg de arcilla. Por otro lado, en nuestros resultados se utilizó 9.113 kg de ceniza de

cascarilla de arroz, mas 60.750 kg de arcilla y 6.075 de cascar de café, de los cuales resulto un total de 18.225 kg de ceniza de cascarilla de arroz y 243.000 kg de arcilla si bien es cierto los porcentajes son un poco cercanos, las cantidades utilizadas varían de 2.9% y 4.6% por lo que son mínimas.

De los análisis realizados por el antecedente Guerrero (2020) el cual en su artículo hace mención a las características internas de la ceniza de la cascarilla de arroz y cascara de café, según el específico 1. El autor utilizo los por porcentajes de 9% de cascara de café y 14% de ceniza de cascarilla de arroz, teniendo como resultados en la ceniza de cascara de arroz una cantidad de silicio oxido con un 84.87%, silicio 64.62%, calcio oxido 1.38% y potasio de oxido un 1.24%. de la misma manera se evaluó la cascara de café obteniendo un pH de 6.42 y CE (mS/cm) con 2.63, también obtuvo una cantidad de silicio de oxido con 56.19%, calcio oxido con 2.8% y potasio oxido de 2.18%. Como resultados nuestros utilizamos 10% de cascara de café y 15% de cascarilla de arroz, tenemos que la ceniza de la cascarilla de arroz tiene silicio oxido un 86.32%, silicio 63.23%, calcio oxido 1.1% y potasio de oxido un 1.18%, mientras que la cascar del café encontramos pH = 6.54, CE = 2.32 y también silicio oxido con un 55.23%, calcio oxido 2.1% y potasio de oxido un 2.13%. Por lo tanto, podemos observar que la razón por la cual varia los porcentajes químicos es por los porcentajes de adición utilizados.

De la investigación del antecedente Cansino y Olano (2021) el cual quiere dar a conocer la resistencia a la compactación del adobe adicionado con mucilago de café y cascarilla de arroz, según el específico 4. El autor tomo como porcentaje optimo el 9% de mucilago de café, el cual sus proporciones fueron de 5.450 kg de mucilago de café más 60.720 kg de arcilla para el diseño de 9 muestras, el total de las cantidades utilizadas es de 17.985 kg de mucilago de café y 240.000 kg. Para nuestro porcentaje optimo que es el 10% de cascara de café se utilizó las proporciones de 6.0775 kg cascara de café y 60.750 kg de arcilla, obteniendo una cantidad total de 18.225 kg de cascara de café y 243.000 kg de arcilla. El autor para su segundo diseño utilizo optimo porcentaje que fue el 9% siendo este que uniendo ambos porcentajes se utilizó una cantidad de ceniza de cascarilla de arroz de 6.187 kg más 5.450kg de cascarilla de arroz y los 60.720 kg de arcilla. Por otro lado, en nuestros resultados se

utilizó 9.113 kg de ceniza de cascarilla de arroz, mas 60.750 kg de arcilla y 6.075 de cascar de café, de los cuales resulto un total de 18.225 kg de ceniza de cascarilla de arroz y 243.000 kg de arcilla si bien es cierto los porcentajes son un poco cercanos, las cantidades utilizadas varían de 2.9% y 4.6% por lo que son mínimas.

Los resultados del antecedente Cubas y Quiroz (2022) de los cuales se basaron en la compactación del adobe reforzado adicionando flor seca de maíz y cascara de café, según el específico 3. El autor tomo el 15% de cascara de café y 8% de flor seca de maíz, el cual obtuvo como resultados a los 7 días de 19.63 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días obtuvo 21.35 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 27.48 kg/cm<sup>2</sup> siendo este el porcentaje optimo al 15% de cascara de café. En nuestros resultados tenemos que a los 7 días de 19.47 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días obtuvo 24.85 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 27.86 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el porcentaje el mismo, la variación de los resultados es del 1.2% por lo que es mínima. Se realizo la misma evaluación con la flor cesa del maíz más el porcentaje optimo del primer aditivo siendo los resultados 10% más el 8% de flor seca de maíz teniendo como resultados en los primeros 7 días de 21.89 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 28.13 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 33.95 kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que en nuestros resultados adicionando el 15% de ceniza de cascarilla de café tenemos en los primeros 7 días de 22.72 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 26.86 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 31.37 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, a pesar de que los porcentajes sean un poco cercanos la variación de los resultados a los 28 días es de 0.9% por lo que aún es mínima. Se deduce que el porcentaje más recomendable es utilizando el 10% de cascar de café y 15% de ceniza de cascarilla de arroz.

Finalmente, como ultimo antecedente tenemos Zapana (2023) menciona que en su investigación evaluó las propiedades mecánicas que contienen las muestras de arcilla según el específico 2. Los autores obtuvieron los siguientes resultados primeramente con el 6% de cascara de café; el límite liquido con 28.59gr, limite plástico con 18.36 gr y con un índice de plasticidad de 7.12 gr. Así mismo también hizo una evaluación de los ensayos con la cascarilla de arroz al 13% obteniendo los siguientes resultados el límite liquido con 24.13gr, limite plástico con 20.78 gr y con un índice de plasticidad de 7.36 gr. De lo contrario en nuestros resultados se los exámenes según el laboratorio tenemos como límite liquido con 26.81gr, limite

plástico con 19.41gr y con un índice de plasticidad de 7.40 gr. Por lo que deducimos que los resultados de los exámenes mecánicos varían la mínima cantidad.

## VI. CONCLUSIONES

Tras las investigaciones realizadas concluimos que la adición de cascarilla de café más la ceniza de cascarilla de arroz benefician productivamente al adobe en resistencia a la compresión, llegando a resistir  $f_c=31.37 \text{ kg/cm}^2$  luego de los 28 días con ambos aditivos.

Se analizó la caracterización de la ceniza de cascarilla de arroz, el cual tiene un pH de 9.12 y CE de 0.29%, entre las más importantes características tenemos a silicio óxido 86%, silicio de 63.23%, calcio óxido al 1.1% y potasio óxido en un 1.18% y de la cascara interna del café obteniendo un pH=6.54 y CE=2.32%, silicio de óxido 55.23% calcio óxido al 2.1% y potasio óxido al 2.13%. Por lo que son de gran ayuda para la resistencia del adobe.

Para la evaluación de los ensayos mecánicos se realizó de todos los materiales a utilizar dándonos como mejor opción utilizando el 10% de cascara interna del café y el 15% de ceniza de cascarilla de arroz, dando como resultado un  $1.475 \text{ gr/cm}^3$  como máxima densidad seca y un contenido de humedad del 21.80% siendo estos dos porcentajes los óptimo.

Como resistencia a la compresión se concluyó que el porcentaje óptimo para la cascara interna del café es del 10% logrando una resistencia final de  $27.86 \text{ kg/cm}^2$ , y para el segundo diseño se utilizó el 10% más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz logrando una resistencia final de  $31.37 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que se recomienda utilizar los porcentajes mencionados.

Finalmente, las cantidades utilizadas para el porcentaje óptimo son 6.075 kg de cascara interna del café, 9.113 kg de cascarilla de arroz y una cantidad de 60.750 kg de arcilla, siendo estas las proporciones óptimas para un buen adobe.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para una mejor resistencia del adobe utilizar una cantidad no mayor de cascara de café y 15% no mayor de ceniza de cascara de arroz siempre y cuando basándose en las Normas Técnicas Peruanas en el régimen de la construcción.

Realizar pruebas físicas y químicas de la cascara de café y cascarilla de arroz adicionando porcentajes más altos de los ya utilizados y verificar si aportan en la resistencia a compresión del adobe.

Para los ensayos mecánicos se recomiendo utilizar solo un porcentaje no mayor al 10% ya que por los exámenes realizados en nuestra investigación tenemos como resultado que fue el óptimo.

Si queremos una buena resistencia a compresión del adobe recomendamos utilizar un 10% de cascara de café y un 15% de ceniza de cascarilla de café, siendo estos los que obtuvieron una resistencia de 31.37 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días superando a los demás porcentajes.

Para la elaboración de un adobe recomendamos emplear 0.675 kg de cascara de café, 1.013 kg de ceniza de cascara de arroz y 6.75 kg de arcilla para la elaboración de un adobe optimo.

## REFERENCIAS

- ALMSSAD, A., ALMUSAED, A. y HOMOD, R.Z., 2022. Masonry in the context of sustainable buildings: a review of the brick role in architecture. *Sustainability*, vol. 14, no. 22. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/SU142214734.
- BRITO, M.R., TEIXEIRA, M., TOSTES, J.A. y GARCEZ, A.R., 2023. Evaluation of the Properties of Adobe Blocks with Clay and Manure. *Buildings* [en línea], vol. 13, no. 3. ISSN 20755309. DOI 10.3390/BUILDINGS13030657/S1.
- CANSINO, A.F. y OLANO, M., 2021. *Incorporación del mucílago de café para elevar la resistencia a la compresión del adobe convencional en Jaén 2021* [en línea]. Moyobamba: Universidad César Vallejo.
- CERRÓN, A., 2022. Sistemas de calefacción pasiva para lograr el confort térmico en viviendas altoandinas de Perú. *Cátedra Villarreal*, vol. 10, no. 1. ISSN 2311-2212. DOI 10.24039/CV20221011379.
- CHACÓN, J., SUQUILLO, B., SOSA, D. y CELI, C., 2021. Evaluation and reinforcement of an adobe heritage structure with plan irregularities. *Revista Politecnica*, vol.47, no.1. ISSN 24778990. DOI 10.33333/RP.VOL47N1.05.
- CHUI, H.N., HUAQUISTO, E., BELIZARIO, G., CANALES, Á. y CALATAYUD, A.P., 2022. Características de la arquitectura vernácula en zonas altoandinas de Perú. Una contribución al estudio del mundo rural. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, vol.15, no.1. ISSN 2027- 2103. DOI 10.11144/JAVERIANA.CVU15.CAVZ.
- CISNEROS-CAICEDO, A., URDÁNIGO-CEDEÑO, J., GUEVARA-GARCÍA, A. y GARCÉS-BRAVO, J., 2022. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de pandemia. *Dominio de las Ciencias*, vol. 8, no. 1. ISSN 2477- 8818. DOI 10.23857/DC.V8I1.2546.
- CONCYTEC, 2020. *Compendio de normas para trabajos escritos*. S.l.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, CONCYTEC.
- CUBAS, E. y QUIROZ, A., 2022. *Análisis de la resistencia a compresión del adobe*

*reforzado con flor seca de Zea Mays, Jaén 2022*. Moyobamba: Universidad César Vallejo.

DORMOHAMADI, M. y RAHIMNIA, R., 2020. Combined effect of compaction and clay content on the mechanical properties of adobe brick. *Case Studies in Construction Materials*, vol.13, no.1. ISSN 2214-5095. DOI 10.1016/J.CSCM.2020.E00402.

FERIA, H., MATILLA, M. y MANTECÓN, S., 2020. La entrevista y la encuesta:

¿Métodos o técnicas de indagación empírica? *Revista Didasc@lia*, vol. 11, no. 3.

FLORIANO, R., LIZCANO, J.A. y HORTUA, J.A., 2022. Cafelab, un proyecto de sostenibilidad ambiental y tejido social. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, vol.1, no.1. ISSN 2954-5536.

GUADALUPE, Y. y JIMÉNEZ, A., 2023. Investigaciones sobre construcción con tierra. *Vivienda y Comunidades Sustentables* [en línea], vol. 1, no. 13. ISSN 2594-0198. DOI 10.32870/RVCS.V01I13.225.

GUERRERO, L.F., 2020. El uso de tierra modelada en la intervención de componentes constructivos de adobe. *Intervención (México DF)*, vol. 11, no. 22. ISSN 2007-249X. DOI 10.30763/INTERVENCION.236.V2N22.15.2020.

GUZMÁN, J.C., 2022. UNI: conoce los lugares más vulnerables de Lima frente a un sismo. *Agencia Peruana de Noticias Andina*. Lima, 28 noviembre 2022.

HERNÁNDEZ-ZAMORA, M.F., JIMÉNEZ-MARTINEZ, S. y SÁNCHEZ-MONGE, J.I., 2021. Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 34, no. 2. ISSN 0379-3982. DOI 10.18845/TM.V34I2.4831.

HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación : Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. S.l.: McGraw-Hill Education.

HURTADO-VALDEZ, P., 2020. Tecnología andina y española: Características constructivas de la torre de adobe de la iglesia virreinal San Cristóbal de

Huánuco, Perú. *Informes de la Construcción*, vol. 72, no. 559. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/IC.72150.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, 2018. Perú: Perfil sociodemográfico. Informe Nacional. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Lima.

LAMOURE, H., SEMCHA, A. y GHAMORI, F., 2022. Assessing the mechanical behaviour of adobe masonry under uniaxial compressive strength. *Journal of Materials and Engineering Structures*, vol. 9, no. 1.

LAN, G., WANG, Y., ZENG, G. y ZHANG, J., 2020. Compressive strength of earth block masonry: Estimation based on neural networks and adaptive network-based fuzzy inference system. *Composite Structures*, vol.235, no.1. ISSN 0263-8223. DOI 10.1016/J.COMPSTRUCT.2019.111731.

LARA, L. y BUSTAMANTE, R., 2022. Caracterización y Patología de los Muros de Tierra de las Construcciones Andinas Ecuatorianas. *Revista Politécnica*, vol. 49, no. 2. ISSN 2477-8990. DOI 10.33333/RP.VOL49N2.04.

LÓPEZ, S., 2023. De la paja y el cáñamo a los hongos: se buscan materiales naturales para construir casas. *EL PAÍS*. Madrid, 3 marzo 2023.

MEDINA, S.M., 2022. *Aplicación y Mejoramiento de la resistencia del adobe reforzado con hojas secas de bambú en la Convención – Cusco 2022*. Lima: Universidad César Vallejo.

MINH, N.T., DAO, N.A. y BABEL, S., 2021. Reuse of waste sludge from water treatment plants and fly ash for manufacturing of adobe bricks. *Chemosphere*, vol.284, no.1. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/J.CHEMOSPHERE.2021.131367.

MORSY, M.I., ALAKEEL, K.A., AHMED, A.E., ABBAS, A.M., OMARA, A.I.,

ABDELSALAM, N.R. y EMAISH, H.H., 2022. Recycling rice straw ash to produce low thermal conductivity and moisture-resistant geopolymer adobe bricks. *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 29, no. 5. ISSN 1319-562X. DOI 10.1016/J.SJBS.2022.02.046.

MUÑOZ, P., LETELIER, V., MUÑOZ, L. y BUSTAMANTE, M.A., 2020. Adobe bricks reinforced with paper & pulp wastes improving thermal and mechanical

- properties. *Construction and Building Materials*, vol.254, no.1. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.119314.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 978-958-762- 876-0.
- OLANO, P.L., MARÍN, N.H. y BENITES, J.C., 2021. Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café arábica. *Suelos Ecuatoriales*, vol.51, no.2. ISSN 2665-6558. DOI 10.47864/SE(51)2021P68-76\_127.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, vol.35, no.1.
- PARISI, F., BALESTRIERI, C. y VARUM, H., 2019. Nonlinear finite element model for traditional adobe masonry. *Construction and Building Materials*, vol. 223, no.1. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2019.07.001.
- RAMAKRISHNAN, S., LOGANAYAGAN, S., KOWSHIKA, G., RAMPRAKASH, C. y ARUNESHWARAN, M., 2021. Adobe blocks reinforced with natural fibres: A review. *Materials Today: Proceedings*, vol.45, no.1. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/J.MATPR.2020.11.377.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2020. *Norma E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada*. 2020. Lima: s.n.
- RIVERA-SALCEDO, H., VALDERRAMA-ANDRADE, O., DAZA-BARRERA, Á. y PLAZAS-JAIMES, G., 2021. Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, vol.23, no.1. ISSN 2357-626X. DOI 10.14718/REVARQ.2021.2762.
- ROBLES, B., 2019. Población y muestra. *Pueblo Continente*, vol.30, no.1. ISSN 19915837. DOI 10.22497/PuebloCont.301.30121.
- ROY, B. y VILANE, T., 2022. The Compressive Strength of Adobe Block Masonry Walls. *European Journal of Applied Sciences*, vol.10, no.4. DOI 10.14738/aivp.104.12707.

- SOLANO MENESES, E.E. y MORETTI, A.M., 2022. La bioconstrucción en Latinoamérica: una redención ante la crisis por pandemia. *Nodo: Arquitectura Ciudad. Medio Ambiente*, vol. 16, no. 32. ISSN 2346-092X.
- TERREROS, M., SALAZAR, J. y TOALA, A., 2019. Artículo de revisión. Fases de elaboración y protocolo. *Revista Científica Universidad Odontológica Dominicana*, vol.7, no.1.
- YUE, J., ZHANG, Y., LI, P., ZHANG, J., HUANG, X., YUE, Y. y HAN, Z., 2022. Experimental study on the mix ratio of restored heritage building adobe. *Materials*, vol.15, no.11. ISSN 1996-1944. DOI 10.3390/MA15114034.
- ZAMORA, G.M., AGUIRRE, M. del C., CAJAMARCA-ZÚÑIGA, C.D. y BARBECHO, J., 2023. Propuesta de refuerzo sísmico con carrizo para mamposterías de adobe en construcciones patrimoniales. *Informes de la Construcción*, vol. 75, no.569. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/IC.90666.
- ZAPANA, E., 2023. Materiales para la construcción de una vivienda sostenible en el altiplano peruano. *REVISTA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO TAYPI* , vol.1, no.3. ISSN 2955-862X.

## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de Operacionalización de variables.

Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Cascarilla de café	Es la parte externa del grano de café después de la capa mucilaginosa, tiene una composición química de alto contenido de humedad, materia seca, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógeno y fósforo, por lo que es comercializado como materia prima para diversos usos (Olano, Marín y Benites 2021)	Para el análisis de la dosificación de la ceniza de cascarilla de café se ha empleado en base al peso del suelo en la zona.	Dosificación	-5% de cascarilla de café -10% de cascarilla de café -15% de cascarilla de café -5% de ceniza de cascarilla de arroz -10% de ceniza de cascarilla de arroz -15% de ceniza de cascarilla de arroz	Razón
Resistencia a compresión del adobe	Es la capacidad mecánica que tiene el adobe para resistir fuerzas de compresión o soportar una carga máxima por el área transversal aplicada por una probeta de ensayo de compresión (Reglamento Nacional de Edificaciones 2020)	La resistencia a compresión del adobe ha sido evaluada en base a la calidad de tierra y carga de rotura	Calidad de tierra  Carga de Rotura	-Contenido de humedad -Granulometría -Límites de Atterberg -Capacidad portante  -Largo -Ancho -Altura	Razón

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Matriz de consistencia.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos						
<p><b>Problema general</b> ¿Como se determina la evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> <b>P1.</b> ¿Cuáles serán las propiedades físicas y químicas de la cascarilla del café y la ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión del adobe, Tarapoto 2023? <b>P2.</b> ¿Cuáles serán los ensayos mecánicos de la arcilla para manejar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2023? <b>P3.</b> ¿Cuál será la resistencia a la compresión del adobe con incorporación cascarilla de café mas ceniza de cascarilla de arroz con los porcentajes de 5%, 10% y 15%, Tarapoto 2023? <b>P4.</b> ¿Cuál será el diseño de dosificación de mezcla con incorporación de cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> <b>O1.</b> Evaluar las propiedades físicas y químicas de la cascarilla del café y la ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión del adobe. <b>O2.</b> Evaluar los ensayos mecánicos de la arcilla para manejar la resistencia a la compresión. <b>O3.</b> Diseñar la resistencia a la compresión del adobe con incorporación cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz con los porcentajes de 5%, 10% y 15%. <b>O4.</b> Diseñar la dosificación de mezcla con incorporación de cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Se determinará la evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> <b>H1.</b> Evaluar las propiedades físicas y químicas de la cascarilla del café y la ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión del adobe. <b>H2.</b> Evaluar los ensayos mecánicos de la arcilla para manejar la resistencia a la compresión. <b>H3.</b> Diseñar la resistencia a la compresión del adobe con incorporación cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz con los porcentajes de 5%, 10% y 15%. <b>H4.</b> Diseñar la dosificación de mezcla con incorporación de cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión.</p>	<p><b>Técnica:</b> Observación.</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha de verificación.</p>						
<b>Diseño de investigación</b>	<b>Población y muestra</b>	<b>Variables y dimensiones</b>							
<p>Diseño experimental:  G1 X O1 G2 – O2</p> <p>Donde:</p> <p><b>G1</b> = Grupo experimental. <b>G2</b> = Grupo de control. <b>X</b> = Estimulo (Cascarilla de café mas ceniza de cascarilla de café) <b>O1</b> = Observación de la resistencia a compresión del adobe. <b>O2</b> = Observación de la resistencia a compresión del adobe.</p>	<p><b>Población:</b> En la presente investigación, la población estuvo conformada por 63 ensayos.</p> <p><b>Muestra:</b> En la presente investigación la muestra estuvo conformada por 36 ensayos: 09 adobes sin aditivos, 09 adobes con el 5% de cascarilla de café, 09 adobes con el 10% de cascarilla de café, 09 adobes con el 15% de cascarilla de café; así mismo 27 ensayos con ceniza de cascarilla de arroz, 09 con el 5%, 09 con el 10% y 09 con el 15%.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Dimensión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cascarilla de café mas ceniza de cascarilla de arroz</td> <td>Dosificación</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Resistencia a la compresión</td> <td>Calidad de tierra</td> </tr> <tr> <td>Carga de rotura</td> </tr> </tbody> </table>		Variable	Dimensión	Cascarilla de café mas ceniza de cascarilla de arroz	Dosificación	Resistencia a la compresión	Calidad de tierra
Variable	Dimensión								
Cascarilla de café mas ceniza de cascarilla de arroz	Dosificación								
Resistencia a la compresión	Calidad de tierra								
	Carga de rotura								

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**Ficha de recolección de datos**

<b>Ensayo</b>	<b>Dosificación</b>		
	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
Ensayo 1			
Ensayo 2			
Ensayo 3			
Ensayo 4			
Ensayo 5			
Ensayo 6			
Ensayo 7			
Ensayo 8			
Ensayo 9			
Ensayo 10			

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 4. Matriz de evaluación por juicio de expertos.

### TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023”

### TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

Nº	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible				X	
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables					X
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada				X	
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad				X	
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos de acuerdo con objetivos					X
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basados en modelos teóricos					X
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems				X	
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente				X	

Muchas gracias por su respuesta.

  
LUIS ANGEL  
HUAMANI PONCE  
Ingeniero Civil  
CIP N° 301327

Julio, 2023

**TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

“Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023”

**TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:**

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

N°	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible				X	
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables					X
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada				X	
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad				X	
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos					X
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basados en modelos teóricos					X
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems					X
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente				X	

Muchas gracias por su respuesta.

Julio, 2023

.....  
Firma del Juez Experto

INGENIERO CIVIL  
CIP. 108329  
SUPERVISOR DE ORRA

**TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

“Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023”

**TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:**

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

Nº	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible				X	
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables					X
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada				X	
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad				X	
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos					X
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basados en modelos teóricos					X
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems					X
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación					X
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente				X	

Muchas gracias por su respuesta.

  
LUIS ELVIS PEZO MELÉNDEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 210030  
Firma del Juez Experto

Julio, 2023

**TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

“Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023”

**TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:**

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

N°	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible				X	
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables					X
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada				X	
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad				X	
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos					X
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basados en modelos teóricos					X
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems				X	
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente				X	

Muchas gracias por su respuesta.

Julio, 2023

  
.....  
Ing. CIP. Cesar Lazo Vásquez  
.....  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90571  
Firma del Juez Experto

## RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (JUICIO DE EXPERTOS)

**TÍTULO DE IA INVESTIGACIÓN:** "Evaluación de la resistencia a la compresión del adobe reforzado con cascarilla de café más ceniza de cascarilla de arroz, Tarapoto 2023"

**INVESTIGADOR:** PAREDES SANCHEZ CHRISTOPHER IVAN Y CORAL SANCHEZ HENRY PAULO

El presente instrumento fue puesto a consideración de cuatro expertos, todos ellos profesionales temáticos con amplia experiencia, según se detalla a continuación:

N°	JUECES EXPERTOS
1	Luis Elvis Pezo Meléndez
2	Eloy Vilca Quispe
3	Luis Angel Huamani Ponce
4	César Iazo Vásquez

**Criterios de evaluación de los Jueces:**

CRITERIOS	JUECES				TOTAL
	J1	J2	J3	J4	
Claridad	4	4	4	4	16
Objetividad	5	5	5	5	20
Actualidad	4	4	4	4	16
Organización	4	4	4	4	16
Suficiencia	4	4	4	4	16
Pertinencia	5	5	5	5	20
Consistencia	5	5	5	5	20
Coherencia	5	5	4	4	18
Metodología	5	4	4	4	17
Aplicación	4	4	4	4	16
<b>Total de opinión</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>175</b>

Fuente: Evaluación de expertos.

**Total, Máximo = (N° de criterios) x (N° de jueces) x (Puntaje máximo de Respuestas)**

**Rangos de puntaje de evaluación:**

0,53 a menos	Validez Nula
0,54 a 0,59	Validez Baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy Válida
0,72 a 0,99	Excelente Validez
1,00	Validez Perfecta

**Cálculo del coeficiente de validez:**

$$Validez = \frac{175}{200} = 0.875$$

validez =

Fuente: Formato UCV

**Conclusión:** Según la evaluación realizada por los jueces expertos con respecto a los criterios, arroja un total de coeficiente de **validez 0.875**; el cual significa que cuenta con una excelente validez.

## Anexo 5. Panel fotográfico.

### Procedimiento de la evaluación Proctor



**Figura 01:** Recolección del material de arcilla

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 02:** Tamizado del material de arcilla

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 03:** Ensayo granulométrico

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 04:** Pesado del material de arcilla

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 05:** procedimiento de mezcla de la muestra con Agua para Humedecerla.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 06:** Procedimiento de dividir la muestra Arcilla en capas.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 07:** Procedimiento de compactar cada capa.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 08:** Pesado del molde juntamente con la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

## Procedimiento de la evaluación CBR



**Figura 09:** Recolección del material de arcilla

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10:** Pesado de la arcilla

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 11:** Secado de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12:** Pesado de la muestra seca.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 13:** Apunte del peso del molde  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 14:** Se introduce el disco espaciador sobre la base perforada y sobre este un papel filtro.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 15:** Etapa de compactación

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 16:** Peso del molde más el suelo compactado

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 17:** Se sumergen los moldes en agua y se toma de medidas diarias (3 días)

Fuente: Elaboración propia.



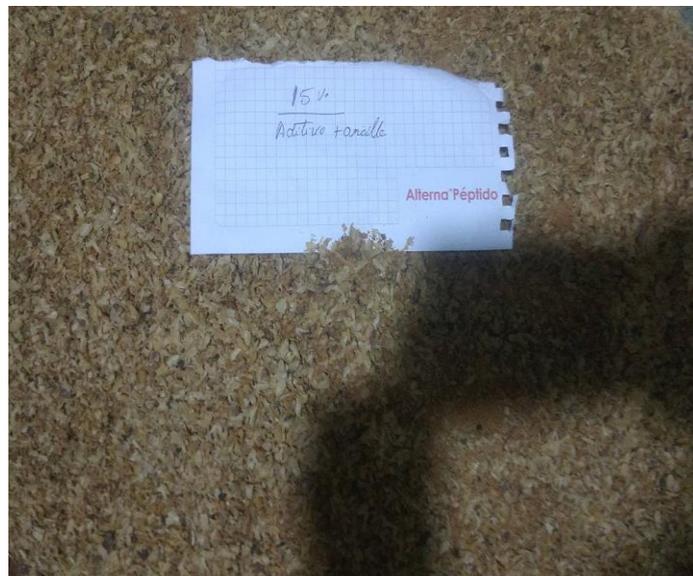
**Figura 18:** Sacar la muestra del agua, escurrir y secar exteriormente.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19:** Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR y posteriormente se toman las lecturas de la curva presión penetración.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 20:** Dosificando el material agregado

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 21:** Pesado del material (Cascarilla de café)

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 22:** Mezclado de los materiales (Arcilla más cascarilla de café)

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23:** Adobes elaborados con cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 24:** Culminación de los adobes.  
Fuente: Elaboración propia.

**ROTURA A LOS 7 DIAS - CONVENCIONAL  
(SIN CASCARILLA DE CAFÉ), CON CASCARILLA DE CAFÉ (5%,10%:15%)**



**Figura 25:** Pesado del adobe

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 26:** Medición del largo y ancho del adobe

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 27:** Rotura del adobe convencional  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 28:** Rotura del adobe obtenido en la prensa.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 29:** Rotura del adobe al 5% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 30:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 5% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 31:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café

Fuente: Elaboración propia.



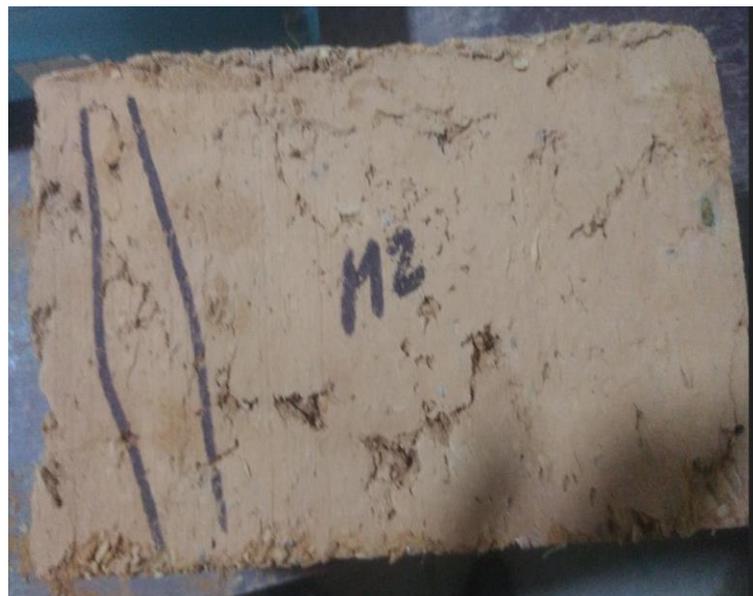
**Figura 32:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 10% de cascarilla de café

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 33:** Rotura del adobe al 15% de cascara de café

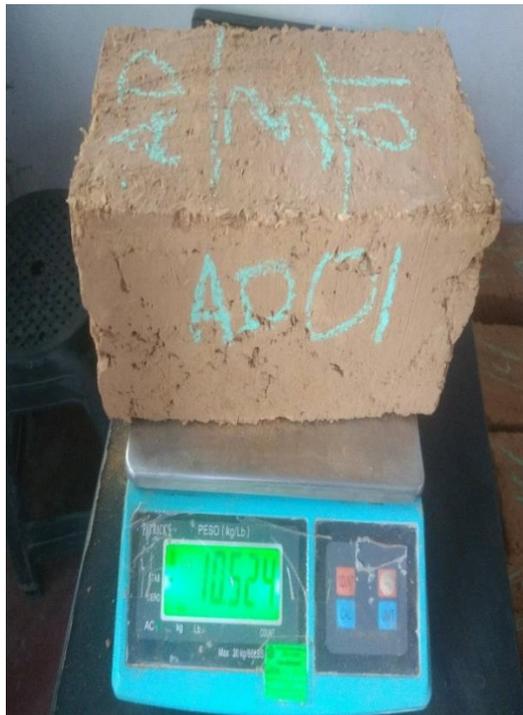
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 34** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 15% de cascara de café

Fuente: Elaboración propia.

**ROTURA DE LOS 14 DIAS - CONVENCIONAL (SIN CASCARILLA DE CAFÉ), CON CASCARILLA DE CAFÉ (5%,10%:15%)**



**Figura 35:** Pesado del adobe

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 36:** Medición del largo y ancho del adobe

Fuente: Elaboración propia.



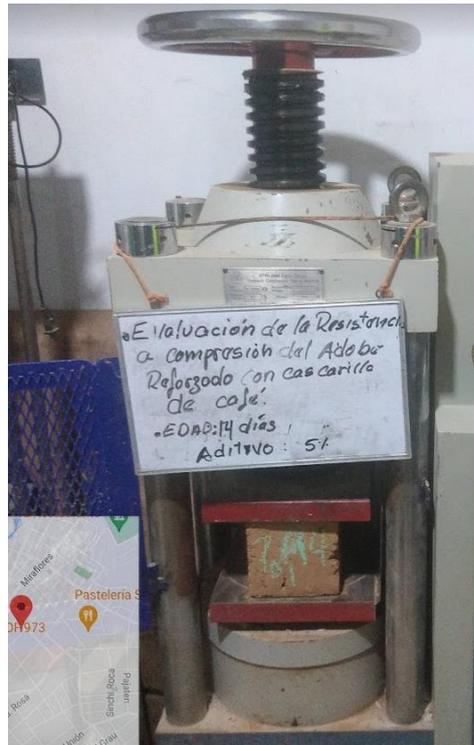
**Figura 37:** Rotura del adobe convencional

Fuente: Elaboración propia.

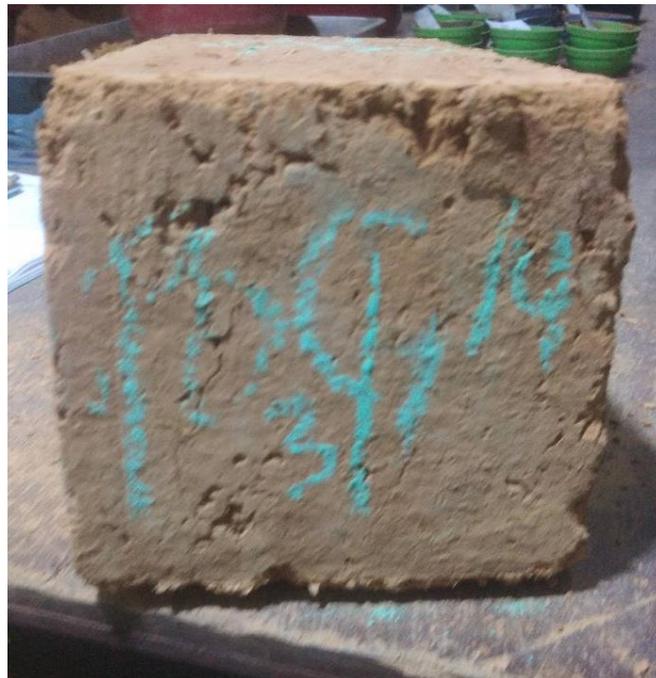


**Figura 38:** Rotura del adobe obtenido en la prensa.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 39:** Rotura del adobe al 5% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 40:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 5% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



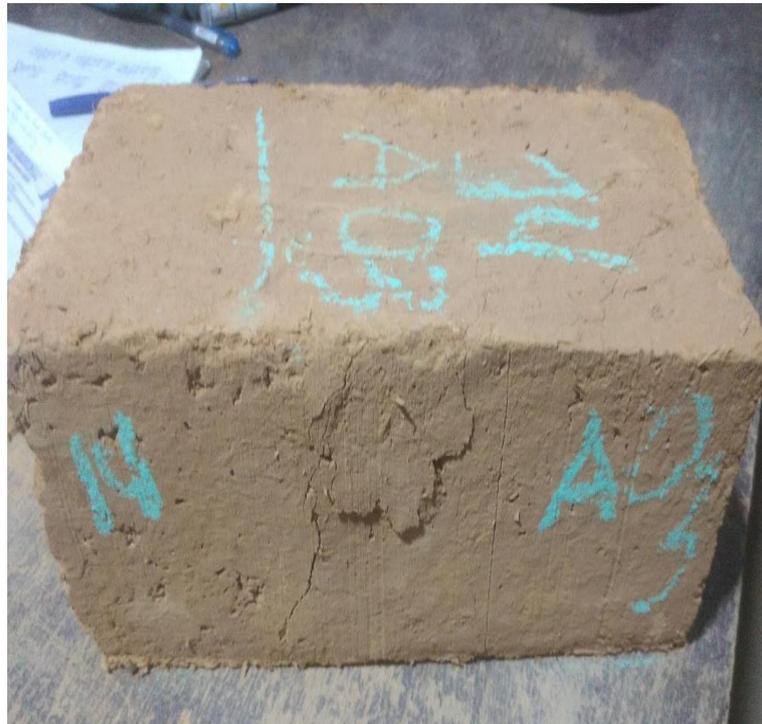
**Figura 41:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 42:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 10% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 43:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 15% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 44:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 15% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.

**ROTURA DE LOS 28 DIAS - CONVENCIONAL (SIN CASCARILLA DE CAFÉ), CON CASCARILLA DE CAFÉ (5%,10%:15%).**



**Figura 45:** Pesado del adobe

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 46:** Medición del lao y ancho del adobe

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 47:** Rotura del adobe convencional  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 48:** Rotura del adobe obtenido en la prensa.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 49:** Rotura del adobe al 5% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



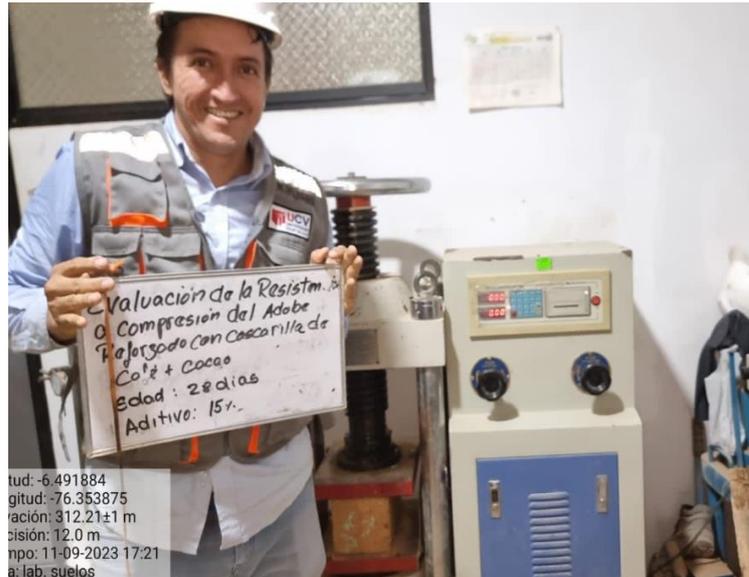
**Figura 50:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 5% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 51:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 52:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 10% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 53:** Rotura del adobe al 15% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.



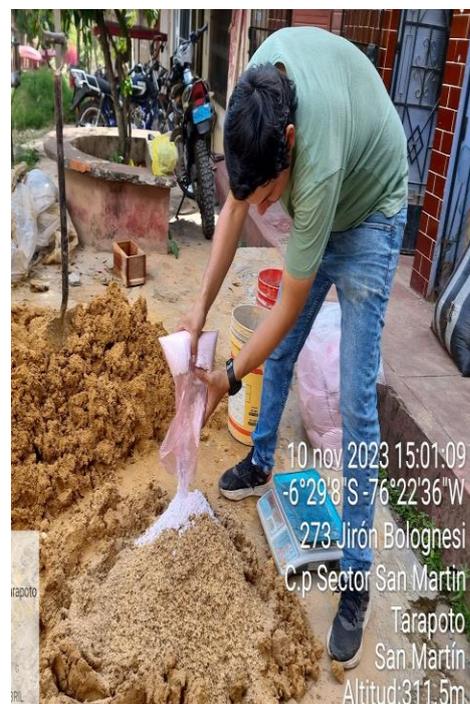
**Figura 54:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 15% de cascarilla de café  
Fuente: Elaboración propia.

## MOLDEADO CON CASCARILLA DE CAFÉ + CECINA DE CASCARILLA DE ARROZ



**Figura 55:** Pesado del material (Cascarilla de café al 10% del óptimo)

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 56:** Incorporación de la cecina de cascarilla de arroz con la Arcilla más cascarilla de café

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 57:** Mezcla de los insumos

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 58:** Adobes elaborados con cascarilla de café (10%) más ceniza de cascarilla de arroz (5%,10%,15%)

Fuente: Elaboración propia.

**ROTURA A LOS 07 DIAS**

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 5%**



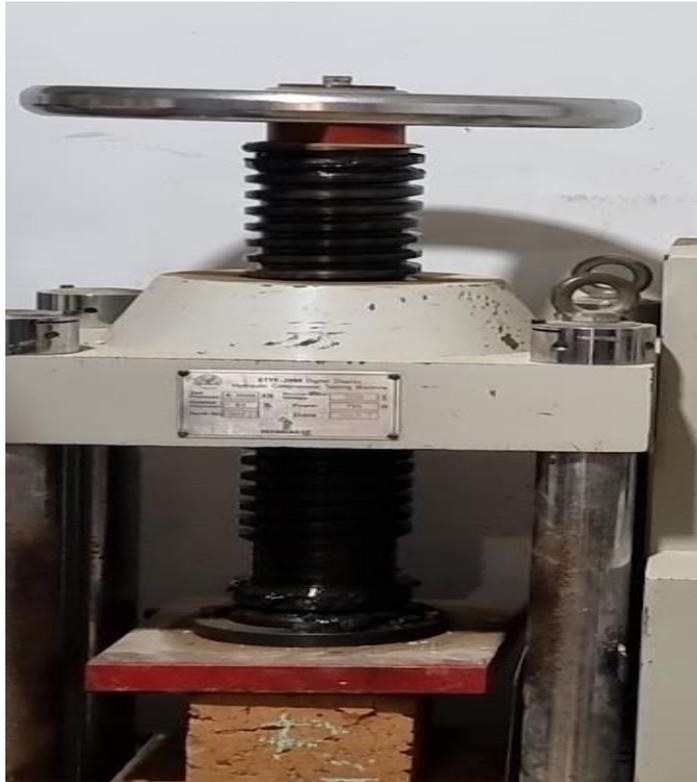
**Figura 59:** Medición de los adobes

Fuente: Elaboración propia.



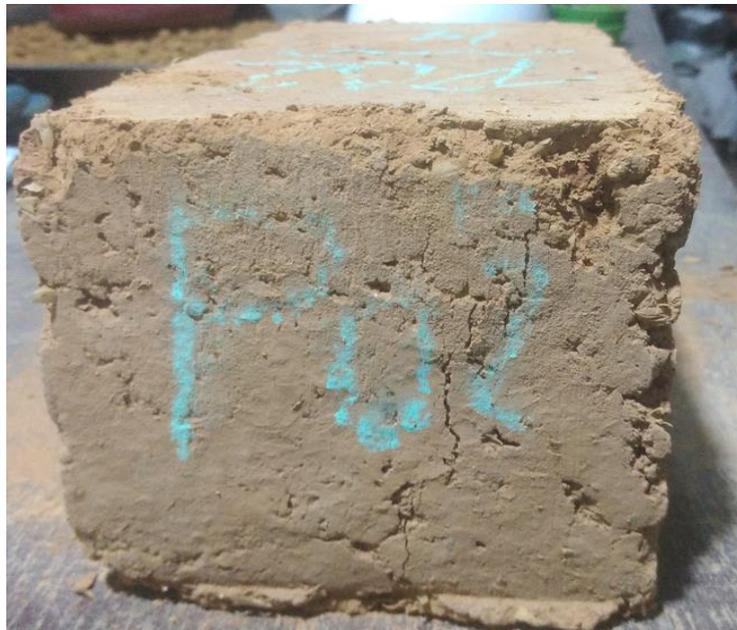
**Figura 60:** Pesado de los adobes.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 61:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 5% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 62:** Rotura del adobe obtenido en la prensa al 10% de cascarilla de café

Fuente: Elaboración propia.

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 10%**



**Figura 63:** Medición de los adobes

Fuente: Elaboración propia.



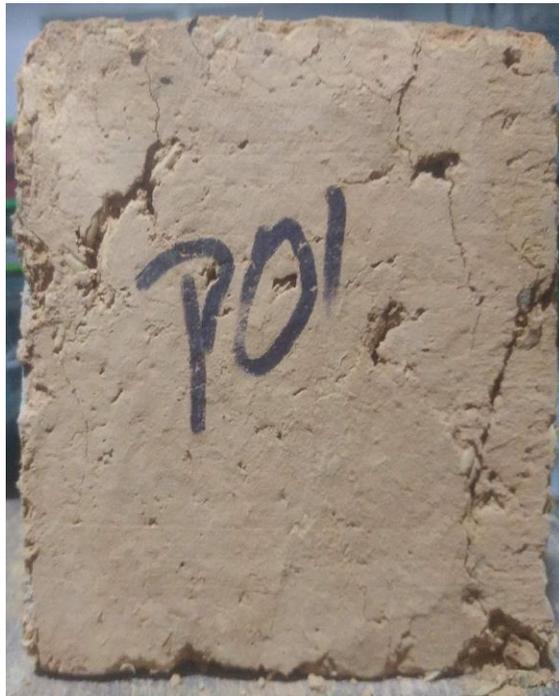
**Figura 64:** Pesado de los adobes.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 65:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 10% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



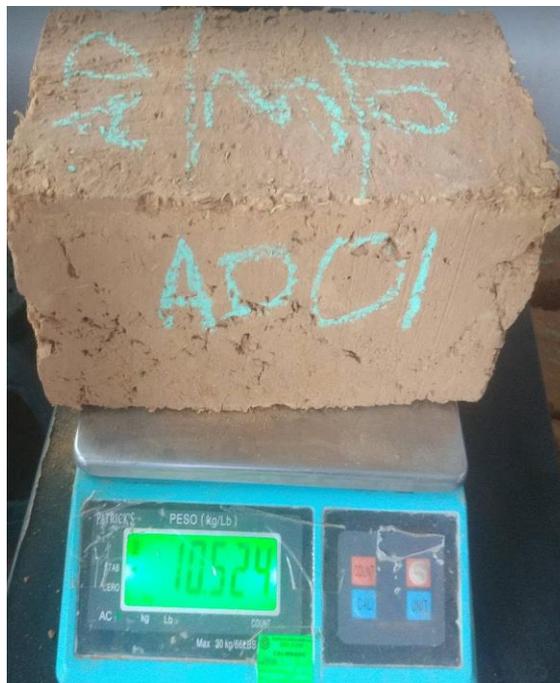
**Figura 66:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 10% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ AL 15%**



**Figura 67:** Medición de los adobes  
Fuente: Elaboración propia.

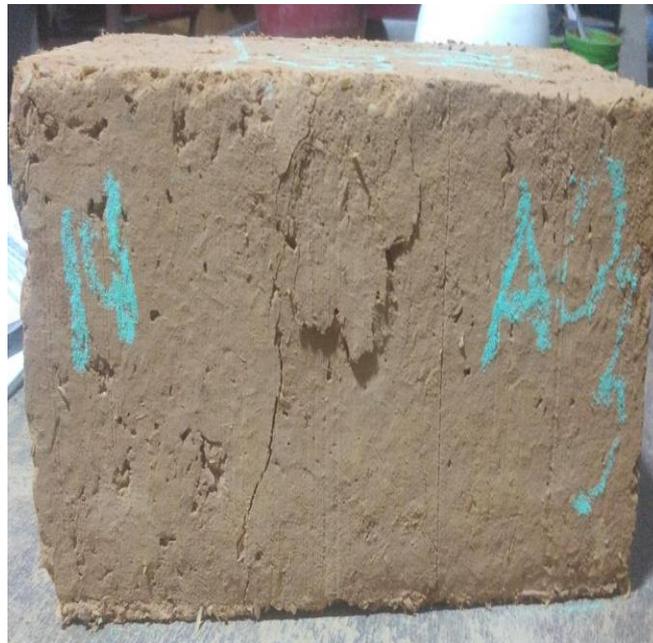


**Figura 68:** Pesado de los adobes.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 69:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 70:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

**ROTURA A LOS 14 DIAS**

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 5%**



**Figura 71:** Medición de los adobes

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 72:** Pesado de los adobes.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 73:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 5% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 74:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 5% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 10%**



**Figura 75:** Medición de los adobes  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 76:** Pesado de los adobes.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 77:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 10% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 78:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 10% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 15%**



**Figura 79:** Medición del adobe.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 80:** Pesado de los adobes.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 81:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 82:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

**ROTURA A LOS 28 DIAS**

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 5%**



**Figura 83:** Medición de los adobes

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 84:** Pesado de los adobes.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 85:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 5% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 86:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 5% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 10%**



**Figura 87:** Medición de los adobes  
Fuente: Elaboración propia.

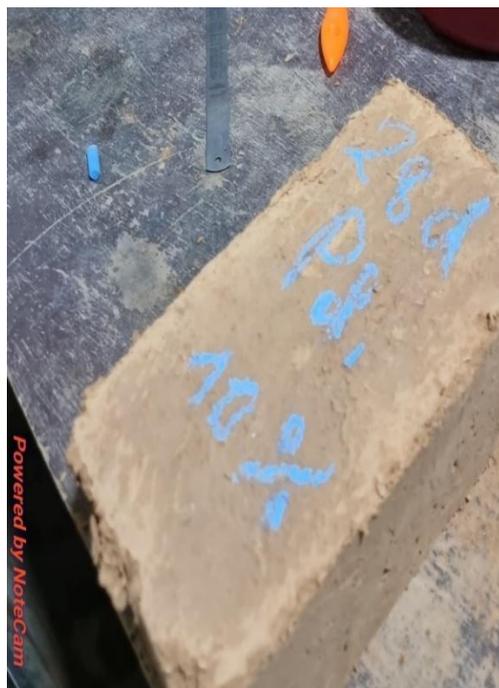


**Figura 88:** Pesado de los adobes.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 89:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 10% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 90:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 10% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

**CON CASCARILLA DE CAFÉ AL 10 % MÁS CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
AL 15%**



**Figura 91:** Medición de los adobes

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 92:** Pesado de los adobes.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 93:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 94:** Rotura del adobe al 10% de cascarilla de café más el 15% de ceniza de cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 6: Ensayo de las propiedades químicas de la ceniza de la cascarilla de café.

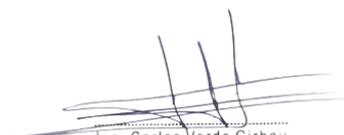
Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín  
Telef. 985800927  
[cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)



### ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - CÁSCARA INTERNA\_CAFÉ/LSFCA-UNSM-T

Solicitantes : Christopher Ivan Paredes Sánchez  
Henry Paulo Coral Sánchez  
Provincia : Moyobamba  
Distrito : Moyobamba  
Fecha de muestreo : 9/11/2023  
Fecha de reporte : 16/11/2023

Parámetros	%	ppm
pH = 6,54		
CE (mS/cm) = 2,32		
Silicio óxido (SiO <sub>2</sub> ) %	55,23	552300,00
Calcio óxido (CaO) %	2,1	21000,00
Magnesio óxido (MgO) %	0,53	5300,00
Sodio óxido (Na <sub>2</sub> O) %	0,056	560,00
Potasio óxido (K <sub>2</sub> O) %	2,13	21300,00
Óxido de Aluminio(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )(%)	0,12	1200,00
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )(%)	0,63	6300,00
<b>Metodología</b>		
Digestión ácida nítrica-perclórica, lectura absorción atómica pH: Potenciometría C.E. : Conductimetría		

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

Jr. Amorarca cdra 3  
Distrito de Morales  
Ciudad Universitaria

Email: [cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)  
Teléfono: 985800927

## Anexo 7: Ensayo de las propiedades químicas de la cascara del arroz

Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín  
Telef. 985800927  
[cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)



### ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ/LSFCA-UNSM-T

Solicitantes : Christopher Ivan Paredes Sánchez  
Henry Paulo Coral Sánchez  
Provincia : Moyobamba  
Distrito : Moyobamba  
Fecha de muestreo : 9/11/2023  
Fecha de reporte : 16/11/2023

Parámetros	%	ppm
pH = 9,12		
CE (mS/cm)	0,29	178,76
Silicio óxido (SiO <sub>2</sub> ) %	86,32	863200,00
Silicio (Si) %	63,23	632300,00
Calcio óxido (CaO) %	1,1	11000,00
Magnesio óxido (MgO) %	0,32	3200,00
Sodio óxido (Na <sub>2</sub> O) %	0,15	1500,00
Potasio óxido (K <sub>2</sub> O) %	1,18	11800,00
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) %	0,17	1700,00

Metodología
Digestión ácida nítrica-perclórica, lectura absorción atómica pH: Potenciometría C.E. : Conductimetría

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

Jr. Amorarca cdra 3  
Distrito de Morales  
Ciudad Universitaria

Email: [cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)  
Teléfono: 985800927