



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la
resistencia a la compresión de ladrillo de concreto – Jaén 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
ingeniero civil**

AUTORES:

Sandoval Melendres, Geyner (ORCID: 0000-0001-8066-180X)

Huaman Melendres, Marlon Aquiles (ORCID: 0000-0001-5782-8683)

ASESOR:

Mg. Rodriguez Reyna, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-1671-5273)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mi Dios, mis hermanos, a mis Padres que son la fuerza y la alegría de mi vida, con esa formación llena de valores y respeto inculcados a mi persona, quienes permanentemente me apoyaron alentándome a lograr mis metas y objetivos propuestos en el camino de la vida.

Bach. Sandoval Melendres, Geyner

A mis hermanos: Waldir Huamán Melendres, Nexar Tricliahuanca Melendres y Patricio Melendres Rueda, Por el apoyo, valores y consejos constante brindados durante la formación de mi carrera profesional, por las ganas, por los ánimos contagiantes cuando algo salía mal. A mi madre: Celided Melendres Naira, que me ilumina desde el cielo, por inducirme desde niño a ser un profesional.

Bach. Huaman Melendres, Marlon

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a nuestro Creador por darnos fortaleza y luz en nuestro camino, de igual manera agradecer a nuestros padres, hermanos por ese apoyo incondicional. En segundo lugar, agradecer a nuestro asesor Mg. Ing. Rodríguez Reyna, Carlos Alberto por su aporte en el desarrollo de nuestro proyecto. En tercer lugar, agradecer a la Universidad César Vallejo por acogernos y así, formar parte de esta prestigiosa universidad.

Bach. Sandoval Melendres, Geyner

A Dios por darme la vida, por cuidarme, guiarme, bendecirme, a lo largo de mi vida y de mi formación profesional por ser la fortaleza, fuerza durante los momentos difíciles. A los docentes encargados de enseñar e impartir sus conocimientos y experiencias en su vida profesional y de una manera especial al asesor Mg. Ing. Rodríguez Reyna, Carlos Alberto, por el apoyo y recomendaciones durante el desarrollo y revisión de este proyecto de investigación.

Bach. Huaman Melendres, Marlon

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
III.	METODOLOGÍA	15
3.1.	Tipo y diseño de investigación	15
3.2.	Variables y operacionalización	16
3.3.	Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	17
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5.	Procedimientos.....	19
3.6.	Método de análisis de datos.....	20
3.7.	Aspectos éticos	20
IV.	RESULTADOS.....	21
4.1.	Diseño de mezclas para la elaboración de ladrillos según tratamientos evaluados.....	21
4.2.	Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos elaborados.....	22
4.3.	Influencia de la adición de cenizas de cáscara de café en los ladrillos fabricados.....	33
V.	DISCUSIÓN.....	35
VI.	CONCLUSIONES.....	39
VII.	RECOMENDACIONES.....	40
	REFERENCIAS	41
	ANEXOS	
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO.....	61
	ENSAYOS A COMPRESION DE LADRILLOS DE CONCRETO.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Diseño experimental, tratamientos y repeticiones a evaluar</i>	17
Tabla 2. <i>Técnica e instrumento utilizado para la recolección de datos</i>	19
Tabla 3. <i>Resumen de las propiedades de los agregados utilizados en la fabricación de ladrillos</i>	21
Tabla 4. <i>Diseño de mezclas para los diferentes tratamientos en estudio</i>	22
Tabla 5. <i>Variación dimensional de los ladrillos según tratamientos evaluados</i>	23
Tabla 6. <i>Alabeo de los ladrillos según tratamientos evaluados</i>	24
Tabla 7. <i>Peso específico aparente de los ladrillos según tratamientos evaluados</i>	25
Tabla 8. <i>Absorción de los ladrillos según tratamientos evaluados</i>	26
Tabla 9. <i>Eflorescencia de los ladrillos según tratamientos evaluados</i>	27
Tabla 10. <i>Resistencia a la compresión $f'b$ de los ladrillos a los 7, 14 y 28 días de evaluación</i>	28
Tabla 11. <i>Resistencia a la compresión $f'b$ de los ladrillos a los 28 días de evaluación de los tratamientos en evaluación</i>	29
Tabla 12. <i>Análisis de varianza ANOVA de los resultados de resistencia a la compresión de los tratamientos evaluados</i>	31
Tabla 13. <i>Prueba de Tukey de los resultados de resistencia a la compresión de los tratamientos evaluados</i>	31
Tabla 14. <i>Variación porcentual de la resistencia a la compresión con la adición de ceniza de cáscara de café</i>	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Variación dimensional de los ladrillos según tratamientos evaluados.....	23
Figura 2. Alabeo de los ladrillos según tratamientos evaluados	24
Figura 3. Peso específico aparente de los ladrillos según tratamientos evaluados	25
Figura 4. Absorción de los ladrillos según tratamientos evaluados.....	26
Figura 5. Eflorescencia de los ladrillos según tratamientos evaluados	27
Figura 6. Resistencia a la compresión $f'b$ de los ladrillos a los 7, 14 y 28 días de evaluación	28
Figura 7. Resistencia a la compresión $f'b$ de los ladrillos a los 28 días de evaluación de los tratamientos en evaluación.....	30
Figura 8. Prueba de Tukey de los resultados de resistencia a la compresión de los tratamientos evaluados.....	32

RESUMEN

En la ciudad de Jaén, se produce gran cantidad de residuos agroindustriales de cáscara de café, los mismos que luego son utilizados para combustible ya sea en la industria de ladrillos artesanales de arcilla o en el secado del café. Este uso genera gran cantidad de ceniza de cáscara de café, la misma que es desechada al ambiente; en el presente trabajo de investigación se propuso determinar el efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la resistencia de ladrillos de concreto para uso estructural, para esto se desarrolló una metodología experimental donde se ensayó tres concentraciones de ceniza de 5 %, 10 % y 15 % como según el diseño de mezclas, se evaluó las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, obteniéndose que para el caso de variación dimensional y alabeo, todos los ladrillos fabricados cumplen con lo exigido para la clase V según la norma técnica RNE E 070; sin embargo, de acuerdo al coeficiente de variabilidad, es el tratamiento donde se utilizó el 10 % de ceniza el que obtuvo los mejores resultados. En cuanto a la propiedad mecánica de resistencia a la compresión, se obtuvo como resultado que el ladrillo patrón alcanzó una resistencia de 167 Kg/cm², el tratamiento donde se usó el 5 % de ceniza alcanzó una resistencia de 173 Kg/cm², el tratamiento donde se usó el 10 % de ceniza alcanzó 178 Kg/cm² de resistencia y el tratamiento donde se usó 15 % de ceniza alcanzó 163 Kg/cm². Se concluye que el uso de cenizas en la fabricación de ladrillos de concreto debe ser hasta una concentración máxima del 10 % en función al peso del cemento, ya que mejora las propiedades físicas del ladrillo obtenido, así como su resistencia mecánica.

Palabras clave: Ceniza, adición, unidades de albañilería, concreto, resistencia a la compresión

ABSTRACT

In the city of Jaén, a large amount of agroindustrial coffee husk waste is produced, which is then used to generate heat either in the artisanal clay brick industry or in the drying of coffee. This use generates a large amount of ash, which is discarded into the environment; In the present research work it was proposed to determine the influence of the use of ash in the manufacture of concrete bricks for structural use, for this an experimental methodology was developed where three concentrations of ash of 5%, 10% and 15% were tested in relation to the weight of the cement used according to the design of mixtures, the physical and mechanical properties of the concrete bricks were evaluated, obtaining that in the case of dimensional variation and warping, all the manufactured bricks comply with the requirements for class V according to the technical standard RNE E 070; However, according to the coefficient of variability, it is the treatment where 10% ash was used that obtained the best results. Regarding the mechanical property of resistance to compression, it was obtained as a result that the standard brick obtained a resistance of 167 Kg/cm², the treatment where 5% of ash was used reached a resistance of 173 Kg/cm², the treatment where 10% ash was used reached 178 Kg/cm² of resistance and the treatment where 15% ash was used reached 163 Kg/cm². It is concluded that the use of ash in the manufacture of concrete bricks should be up to a maximum concentration of 10% based on the weight of the cement, since it improves the physical properties of the brick obtained, as well as its mechanical resistance.

Keywords: *Ash, addition, masonry units, concrete, compressive strength*

I. INTRODUCCIÓN

Los desechos orgánicos generados diariamente, provienen en cantidades considerables de las fábricas que procesan la materia prima.

Con el fin de reutilizar la cáscara de café, se propone usarla como materia prima para producir ceniza, y se plantea utilizar dicha ceniza en la fabricación de ladrillos como una alternativa ecológica en el ámbito de la construcción.

Actualmente, en el Perú se ha incrementado la construcción informal de viviendas, con la utilización de materiales de mala calidad y bajo costo; esto debido a la situación de pobreza de muchas familias, generando una inseguridad ante sismos por la construcción de “casas-tumba”. Nuestro trabajo de investigación se enfoca en el ladrillo en su versión artesanal, el cual es uno de los productos más vulnerables (Jara Rodriguez y Palacios Ambrosio, 2015, p. 6).

En la ciudad de Jaén ante la necesidad de tener seguridad, confort y economía, se ha buscado nuevas técnicas en los procesos de fabricación de ladrillos y con un adecuado control de su calidad, ya que es un material muy utilizado en Jaén y muchas veces no toman en cuenta la norma técnica E.070 para su fabricación. Considerando que en la ciudad de Jaén el crecimiento actual ha generado gran requerimiento de viviendas, siendo el ladrillo una opción primaria para la construcción, es por ello fundamental llevar a cabo un estudio adecuado de sus propiedades, con el fin de mejorar e instruir a aplicar la norma técnica para una mejor seguridad en la ciudad.

Frente a esta realidad problemática se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la resistencia a la compresión axial de ladrillo de concreto?

El objetivo general de esta investigación fue determinar el efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la resistencia de la compresión axial de ladrillo estructural de concreto. Para ejecutar este objetivo se propuso tres objetivos específicos: realizar el diseño de mezclas para la elaboración de ladrillos utilizando adiciones de ceniza de cáscara de café, determinar las propiedades físicas y

mecánicas del ladrillo de concreto con adición de ceniza de cáscara de café, y establecer efecto del uso de ceniza de cáscara de café en la fabricación de ladrillos de concreto, con el fin de recomendar su utilización.

La presente investigación se justifica en su gran importancia que tiene, ya que permite conocer el efecto de la ceniza de cáscara de café sobre la resistencia de los ladrillos de concreto que se usan en albañilería en la ciudad de Jaén. Brindando como beneficio la elaboración de un ladrillo de concreto de buena calidad que cumpla con la Norma técnica E-070, lo que implicaría a una posterior fabricación intensiva conllevando a un beneficio a la sociedad y con ello logrando mejorar la calidad de los materiales, así mismo se establece que la información que se obtenga servirá para incentivar a los empresarios a invertir en este campo, debido a la eficaz información que se brinda de cómo elaborar de manera eficiente, económica y ecológica estos ladrillos artesanales cumpliendo todas las normas técnicas, ya que en nuestra provincia de Jaén uno de sus ingresos económicos es el ladrillo. De esta manera también se podría emplear los residuos de otros cultivos de los cuales no se posee un uso declarado y no simplemente desecharlos como se hace actualmente.

Esta investigación fue viable debido a que se contó con financiamiento propio por parte de los investigadores, y la disposición de un laboratorio apto para realizar los ensayos necesarios, y de tal manera determinar la resistencia a la compresión axial del ladrillo de concreto con adición de ceniza de cáscara de café.

Todo el proceso se realizó bajo la supervisión y orientación del asesor a cargo. Además, haciendo uso de estudios realizados, expedientes técnicos, libros, revistas, artículos; por lo que el proyecto fue viable.

Finalmente, en este estudio se propuso como hipótesis general que, al adicionar ceniza de cáscara de café al concreto, se modifica la resistencia a la compresión axial de ladrillo estructural obtenido.

II. MARCO TEÓRICO

Amin, Mirza, Galang y Rismayang (2018, p. 209), en su artículo de investigación sobre la utilización de residuos de ceniza de cáscara de arroz en la fabricación de ladrillos ligeros para materiales de construcción de apoyo en Banyuwangi, determinaron la resistencia a la compresión de un mortero que es el material base para un ladrillo liviano, se utilizó cenizas volantes (CV) y cenizas de cáscara de arroz (CCA) como sustituto del cemento, con la adición de polvo de aluminio y con curado al vapor de 6 horas a una temperatura de 60 °C, los resultados obtenidos arrojaron que a los 28 días el mortero con 20% de CCA con adición de 0.2% de polvo de aluminio logró una resistencia de 4,9 MPa, el mortero con 20% de ceniza volante más 0.2% de polvo de aluminio tuvo una resistencia de 5,1 MPa, en comparación con el mortero patrón que alcanzó 10,7 MPa, los autores concluyeron que, en términos de resistencia a la compresión, basado en SNI 03-6882- 2002 sobre la especificación del mortero, el mortero ligero pertenece al tipo O ya que la resistencia a la compresión obtenida fue <5,2 MPa.

Karya, Makmur y Alkhafi (2018, p. 1), determinaron el efecto del uso de nanopartículas de ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción de los ladrillos, se utilizó nanopartículas de ceniza de arroz diferentes porcentajes (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) para la fabricación de ladrillos, se elaboró y secó las muestras de forma natural durante 14 días y se quemó durante 72 horas, se determinó la resistencia del ladrillo, los resultados arrojaron que los ladrillos con una composición de 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de cáscara de arroz, obtuvieron una resistencia de 2,51 MPa; 3,3 MPa; 3,1 MPa; 3,04 MPa; y 2,82 MPa, respectivamente.

Farfán y Pastor (2018, p. 25), realizaron una investigación sobre la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en la resistencia a la compresión del concreto, se utilizó CBCA en proporciones de 20% y 40% como reemplazo parcial del cemento, se realizó el proceso de curado del concreto según la norma ASTM C31; las probetas de concreto fueron ensayadas a los 7 y 28 días de curado teniendo en cuenta las normas ASTM C39, AASHTO T 22 y NTP 339.034. Los resultados mostraron que a los 7 días se obtuvo una resistencia de 140 kg/cm² y

117.75 kg/cm² para los concretos con 20% y 40% de ceniza de bagazo respectivamente, a los 28 día la resistencia fue de 162.75 kg/cm² para el concreto con 20% de ceniza y 162.5 kg/cm² para el concreto con 40% de ceniza. Los autores concluyeron que las resistencias obtenidas para el concreto con adición de ceniza estuvieron 59% por debajo del concreto estándar, por lo que recomendaron no utilizar ceniza de bagazo de caña de azúcar para concretos de uso estructural por su disminuida resistencia a la compresión.

Prabhu, Ramesh y Archana (2019), en su experimento sobre ladrillos elaborados con sustituto parcial de ceniza de bagazo de caña de azúcar, compararon la resistencia a la compresión de ladrillos fabricados con diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar y ladrillos convencionales. Se utilizó 6%, 8%, 16% y 20% de ceniza de bagazo, también se usó sulfato de aluminio, los ladrillos fueron ensayados utilizando una máquina de ensayo de compresión (CTM). Los resultados demostraron que la adición de ceniza de bagazo en las cantidades utilizadas en este estudio aumentó ligeramente la resistencia a la compresión del ladrillo la cual fue 6,3 N/mm² al usar 20% de ceniza de bagazo, el ladrillo patrón obtuvo una resistencia de 5,4 N/mm².

Zhu, Cheng, Zhu, Liu y Zhang (2020 p. 1), en su investigación sobre resistencia a la compresión y microestructura de compuestos a base de cemento con exocarpio de café, prepararon mezclas a base de cemento Portland con exocarpio de café (pretratado con agua o NaOH) mediante tecnología de extracción al vacío, se analizó la influencia del exocarpio del café en las propiedades mecánicas del material compuesto, los resultados mostraron que a los 28 días de curado y con una adición de exocarpio de café al 10% se tuvo una resistencia máxima a la compresión de 15,72 MPa, masa que fue aproximadamente un 37% menor que la de las muestras de cemento Portland ordinarias, concluyendo de esta manera que la adición del 10% de exocarpio de café modificado tuvo un ligero efecto negativo sobre las propiedades mecánicas, pero mejoró la inhibición del agrietamiento y la tenacidad general del material compuesto.

Indhiradevi, Manikandan, Rajkumar y Logeswaran (2020), en su estudio comparativo sobre el uso de ceniza de estiércol de vaca y ceniza de madera como

reemplazo parcial en ladrillos de ceniza volante. Se plantearon como objetivo evaluar la influencia de las cenizas de estiércol de vaca y ceniza de madera sobre las propiedades del ladrillo. Metodológicamente tuvo un diseño experimental en donde se elaboró ladrillo utilizando la ceniza de madera y ceniza de estiércol de vaca como reemplazo parcial de las cenizas volantes, para lo cual se usó porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de ambas cenizas. Según los resultados obtenidos y analizados, los autores concluyeron que la resistencia máxima se logró obtener con un reemplazo de 5% de ceniza de estiércol de vaca, y para el caso de la ceniza de madera, la resistencia máxima se obtuvo con un 15 % de reemplazo de la misma.

Viera Rodriguez y Angulo Zabala (2020, p. 7), evaluaron el efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concretos simples, se reemplazó porcentajes en volumen de cemento Tipo I por 10%, 20% y 30 % de ceniza de cascarilla de arroz (CCA), las probetas elaboradas fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días según la norma ASTM C39/C39M (2014), los resultados mostraron que a medida que la cantidad de ceniza de cascara de arroz aumentó, la resistencia a la compresión fue disminuyendo gradualmente con respecto a la muestra patrón, por lo que se los autores concluyeron que el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla fue de 10%.

Voisniene, O. Kizinievic y V. Kizinievic (2021, p. 1), en su estudio sobre el efecto de las cenizas volantes de incinerador de residuos sólidos urbanos en ladrillos de arcilla cocidos, determinaron las propiedades del ladrillo, se utilizó distintas proporciones de cenizas volantes (0%, 2.5%, 5% y 7.5% en masa), los ladrillos se calentaron a temperaturas de 1000 ° C durante 1 h, se determinó la contracción, la densidad, la absorción de agua, la porosidad efectiva y la porosidad abierta total y la resistencia a la compresión, los resultados indicaron que el aumento de la cantidad de ceniza utilizada provocó una ligera disminución en la resistencia a la contracción, sin embargo los valores obtenidos estuvieron dentro de los límites establecidos por las normas pertinentes por lo que se concluyó que las cenizas volantes de incinerador de residuos sólidos urbanos fueron adecuadas para el reemplazo parcial de la arcilla en la fabricación de ladrillos.

Maza-Ignacio, Jiménez-Quero, Guerrero-Paz y Montes-García (2020), en su investigación: Reciclaje de cenizas de bagazo de caña de azúcar sin tratar y residuos industriales para la fabricación de ladrillos cocidos resistentes, ligeros y ecológicos, evaluaron el efecto que tuvo el reemplazo parcial de arcilla por ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo, se utilizó 20% de ceniza de bagazo y 10% de sílice, los ladrillos fueron fabricados a 900, 1000 y 1100 ° C, se evaluó la contracción lineal, densidad aparente, porosidad aparente, tasa inicial de absorción, absorción de agua, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, los resultados arrojaron que los ladrillos con 20% de ceniza y 10 % de sílice cocidos a 1100 ° C, fueron 2.08% más resistentes a la compresión, 84% más resistentes a la flexión y solo 7.03% más livianos que los ladrillos de control (p.117).

A. Kumar, R. Kumar, Das, Ashfaque y Tauha (2021, p.125), en su evaluación de la eficiencia estructural y la durabilidad de los ladrillos de arcilla quemada que incorporan cenizas volantes y humo de sílice como aditivos, evaluaron los efectos del humo de sílice (HS) y las cenizas volantes (CV) en las propiedades estructurales y de durabilidad de los ladrillos, se utilizó humo de sílice (HS) y cenizas volantes (CV) en una variación porcentual de 2% al 10%, los resultados mostraron que la adición óptima de cenizas volante y humo de sílice fue del 4% de CV y HS la cual mejoró la resistencia a la compresión en un 17, 36% y 27, 55% respectivamente.

El Boukili, Ouakarrouch, Lechheb, Kifani-Sahban y Khaldoune (2021), en el trabajo de investigación titulado: Reciclaje de cenizas de fondo de orujo de aceituna (subproducto de la industria de ladrillos de arcilla) para la fabricación de ladrillos de arcilla cocidos sostenibles, se estudió el efecto del uso de la ceniza de fondo de orujo de aceituna, como aditivo en la elaboración de ladrillos de arcilla cocida. Para cumplir con el objetivo, los investigadores añadieron ceniza de fondo de orujo de oliva a arcilla en diferentes proporciones (0%, 5%, 10%, 15% y 20%) en peso. Luego los ladrillos fueron moldeados por compresión a 6,5 MPa, usando una máquina de prensado de ladrillos hidráulica, y se hornearon en un horno a escala industrial. Posteriormente los ladrillos fueron sujetos a ensayos de densidad aparente, contracción lineal, absorción de agua, porosidad, resistencia a la compresión y conductividad térmica. De esta manera se obtuvo como resultado que

la muestra que arrojó mayor resistencia a la comprensión con 11.5 MPa, fue la que contenía 5% de ceniza de orujo de oliva, en comparación con los 9,65 MPa de los ladrillos utilizados como referencia. Por otro lado, adiciones de hasta un 20% ceniza de orujo de oliva aumentan la porosidad de la muestra de ladrillo siendo 18.28% para el ladrillo de referencia y 34% para el ladrillo con ceniza, además disminuye la densidad aparente del ladrillo de 1522 kg / m³ hasta 1431 kg / m³ para la mezcla de referencia y el ladrillo con ceniza, respectivamente. La incorporación de cenizas también mejora la conductividad térmica de las probetas de ladrillo.

Cardona, Rengifo, Guarín, Mazo y Abelaéz (2020, p.61), evaluaron las propiedades mecánicas de ladrillos hechos con residuos de vidrio y plástico. Para esto los autores utilizaron vidrio reciclado proveniente de la empresa MAGU Industrias Plásticas SAS, vidrio reciclado proveniente de la empresa Alco SA. y agregados, previamente caracterizados y clasificados según análisis granulométrico de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 77. Para la fabricación de ladrillos se utilizaron estos materiales en diferentes porcentajes. Estos ladrillos fueron sometidos a un ensayo de resistencia a la comprensión en el cual se usó una prensa hidráulica de comprensión simple de 1500 KN, con una velocidad de carga de 0,6 MPa/s. Como resultado se obtuvo que los residuos modifican las propiedades de los ladrillos ya que hubo un incremento en la densidad y la resistencia a la comprensión, el cual fue mayor en las muestras individuales con agregados. El ladrillo con mayor contenido de agregados mostró una mejora del 243 % comparada con el ladrillo hecho solo con plástico.

Jara Rodriguez y Palacios Ambrocio (2015, p.3), en su investigación para obtener el título de ingeniero civil, utilizaron ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la fabricación artesanal de ladrillo de concreto y analizaron las propiedades físicas y mecánicas de dichos ladrillos. Para esto se elaboró ladrillos utilizando diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar (10%, 20% y 30%) como reemplazo del Portland Tipo I, también se consiguió ladrillos provenientes de dos ladrilleras más conocidas de Nuevo Chimbote. A los 28 días se realizó ensayos de resistencia a la comprensión axial y resistencia a la comprensión diagonal a los ladrillos con ceniza y a los ladrillos convencionales provenientes de las ladrilleras para ser comparados. Se concluyó

que al utilizar un 10% de ceniza de bagazo como sustituto de cemento para fabricar ladrillos, se logra obtener una mejor resistencia, es decir, estos ladrillos tuvieron un mejor comportamiento mecánico con respecto a las demás muestras.

Ramos Veintemilla y Solórzano Rodríguez (2018, p.10), evaluaron el efecto que tiene la cascara y ceniza de arroz sobre la resistencia a la compresión y absorción en ladrillos de concreto. Para ellos los autores recolectaron la cáscara y semilla de arroz y se le realizó un análisis fitoquímico, así mismo, a los agregados, se les hizo los ensayos de granulometría, peso específico, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad y absorción, según las especificaciones de las normas técnicas ASTM y NTP. Luego se elaboró un diseño de 175 kg/cm². Se fabricó un total de 60 ladrillo los cuales se dividieron en cuatro grupos: Grupo 1 o patrón (0% CA y CCA), grupo 2 (5% CA y CCA), grupo 3 (10% CA y CCA) y grupo 4 (15% CA y CCA), cada grupo estuvo conformado por 15 ladrillos de los cuales para cada ensayo realizado se usaron 5 ladrillos por grupo. Estos ensayos fueron resistencia a compresión, absorción y ensayos complementarios (eflorescencia, peso, variabilidad dimensional y alabeo). A los 28 días, se logró obtener como resultado que el ladrillo del grupo patrón alcanzó la mayor resistencia a la compresión siendo 178.73 kg/cm², seguida por el ladrillo con 10% de CA y CCA con una resistencia de 152.44 kg/cm², respecto a la absorción, el ladrillo patrón obtuvo 4.00% de absorción, además la absorción aumento en un 28.071%, 11.679%, 30.513% para los ladrillos con 5%, 10% y 15% de CA y CCA respectivamente en relación al ladrillo patrón. De esta manera los tesistas concluyen que los ladrillos con adición de cáscara y ceniza de arroz cumplen con el mínimo de la norma, aunque no aumente su resistencia a la compresión. Sin embargo, la adición de CA y CCA sí logra aumentar la absorción del ladrillo de concreto.

Quispe Terrones y Vegas Chuquizuta (2019, p.15), evaluaron la influencia de ceniza de biomasa en el ladrillo para muros portantes en la ciudad de Tarapoto. Metodológicamente es de tipo experimental, en donde el autor utilizó diferentes porcentajes de ceniza de biomasa de cuesco de palmito (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) como reemplazo parcial del cemento, para elaborar ladrillo King Kong estructural para muros portantes. Posteriormente se hizo el ensayo de resistencia la compresión axial de la unidad experimental y con una muestra patrón para luego

ser comparadas. Como resultado y conclusión principal se obtuvo que la mejor resistencia se obtuvo para el ladrillo con 5% de ceniza, siendo este el porcentaje óptimo de ceniza para reemplazar por cemento, sin embargo, en todos los porcentajes de adición se prestan resistencias bajas en comparación con la muestra patrón, por lo que según la clasificación de clases de unidad de albañilería para fines estructurales, un ladrillo con 5% de ceniza se puede ubicar entre un ladrillo tipo II y un ladrillo tipo III ya que a los 28 días de curado puede alcanzar una resistencia de 94.94 kg/cm² y a una densidad del 1.7 gr/cm³. Además, se concluyó que los ladrillos con adición de 5%, 10% y 15% de ceniza alcanzaron una resistencia superior 50 kg/cm² por lo que pueden ser usados en muros portantes

Muñoz Gutiérrez de Aguilar (2017, p. 5), determinaron la resistencia a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cáscara de arroz. De acuerdo al proceso metodológico desarrollado, primero se obtuvieron los materiales como agregados gruesos y finos a los cuales se les realizó los ensayos correspondientes de acuerdo a las normas técnicas, y ceniza de cascara de arroz. Posteriormente se fabricó las unidades de ladrillo con diferentes porcentajes de ceniza, así como las muestras patrón, a dichos ladrillos se le realizaron el ensayo a la compresión axial obteniendo como principal conclusión que de acuerdo a los resultados obtenidos la resistencia a compresión axial de ladrillo mejor hasta un 19.74% al utilizar porcentajes de ceniza de cáscara de arroz.

Sánchez, Leiva y Monteza (2021, p. 2), en su estudio elaboraron ladrillos adicionando de cascarilla de arroz (CCA) en distintas concentraciones (5%, 10% y 15%), posteriormente estos ladrillos fueron sujetos a pruebas de compresión, alabeo y absorción, según los parámetros establecidos en la NTP-399.61 para ladrillos de concreto, los resultados arrojaron que los ladrillos con 5% CCA y el ladrillo patrón obtuvieron valores de resistencia similares siendo un valor promedio de 24 MPa, los ladrillos con 10% y 15% de ceniza de cascara de arroz obtuvieron los valores de resistencia más bajos con 23 MPa y 22.4 MPa respectivamente, se concluyó que la adición de ceniza de cáscara de arroz influyó en la resistencia del ladrillo, de manera que si mayor es la concentración de cenizas, menor es la resistencia a la compresión, por otro lado, los valores obtenidos para los

tratamientos superaron el mínimo valores de resistencia a la compresión establecidos por la NTP 399.601 para ladrillos tipo 17, que es 14 MPa.

Morillos Verástegui (2021), en su investigación determinó la influencia que tiene la adición de cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto. Es una investigación con un diseño experimental, por ende, se elaboró los ladrillos utilizando diferentes porcentajes de cenizas de cascarilla de arroz de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% en peso del cemento. Previo a ello se hizo un análisis físico mecánico a los agregados usados en la mezcla, además de establecido el tiempo de vibrado para obtener una mayor resistencia a compresión de los ladrillos. Los ladrillos elaborados fueron ensayados a los 3, 7, 14 y 28 días, para determinar la resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos mostraron que al utilizar el 10% de ceniza de cascarilla a los 3 días la resistencia a la compresión promedio fue de 227.51 kg/cm², a los 7 fue 268.29 kg/cm², a los 14 días fue de 287.33 kg/cm² y a los 28 días alcanzó una resistencia máxima promedio de 296.34 kg/cm²; incrementando de esta manera la resistencia a la compresión en un 12%, respecto del ladrillo patrón a los 28 días. De esta manera se concluyó que los ladrillos elaborados con un 10% de ceniza de cascarilla de arroz cumple con lo especificado en la norma E.070, ya que se logró un resultado positivo en lo que respecta a la resistencia a compresión axial, módulo de elasticidad y resistencia a la compresión.

Rosas García (2020), realizó una comparación de la resistencia en Kg/Cm² del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara de café como sustituto porcentual del agregado fino, se analizó la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, se utilizó el 5%, 8% y 10% de ceniza de cáscara de café como reemplazo del agregado fino, se determinó el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 y 40 días, los resultados indicaron que el concreto con 5% de ceniza tuvo una resistencia de 176 kg/cm², para ceniza al 8% fue de 156.27 kg/cm² y 152.05 kg/cm² para ceniza al 10%, se concluyó que mientras mayor fue el porcentaje de ceniza menor era la resistencia a la compresión.

Obregon Cruz (2019), en su investigación: Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto, Sustituyendo un 15% al Cemento, por Arcilla en un 10% y Cenizas de Hoja de Schinus (MOLLE) en un 5%, determinaron la resistencia del ladrillo con

adición de cenizas de hojas de molle y la compararon con la resistencia del ladrillo patrón, se aplicó el método experimental donde se reemplazó 15% de cemento, por el 10% de arcilla y 5% de ceniza de hoja de molle, en la fabricación de ladrillos de alto desempeño, a la edad de 28 días, los resultados arrojaron que los ladrillos con 5% de ceniza y 10% de arcilla lograron una resistencia de 125.50 kg/cm², en comparación con el ladrillo patrón que tuvo una resistencia de 131.63 kg/cm².

Díaz Vargas y Fernández Pérez (2019), determinó la influencia de ceniza de cascarilla de café (CCC) sobre la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto. Se realizó un estudio de las características físico-químicas de la CCC y la caracterización física de los agregados. Se diseñó la mezcla patrón con $f'c = 280$ Kg/cm², se elaboraron las muestras incorporando el 1%, 2%, 4% y 8% de ceniza de cascarilla de café en relación al peso del cemento. Se desarrollaron los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido, obteniéndose como resultados el slump y peso unitario presentan una disminución según va aumentando el porcentaje de CCC adicionada; lo mismo ocurre con la temperatura y contenido de aire. Por otro lado, la resistencia a compresión del concreto muestra un aumento respecto a la muestra patrón al agregar el 1% y 2% de CCC.

En las bases teóricas en los que se apoya y sustenta esta investigación, tenemos que, sobre el origen y desarrollo del ladrillo, se sabe que el ladrillo tuvo su origen en las antiguas civilizaciones del Medio Oriente. El uso del ladrillo se expandió desde esa región, a través de las generalizaciones de nuevas costumbres y modalidades producto de las caravanas de pueblos nómades, posteriormente, las conquistas de Alejandro Magno, las del Imperio Romano y las rutas comerciales de Marco Polo (Averardo Bianucci, 2009, p. 3).

Se define al ladrillo como aquella unidad de albañilería cuyo peso le permite ser manipulado solo utilizando una sola mano (RNE-E.070, 2006, p.13). Según la (NTP-399-601, 2015, p.10), también se denomina al ladrillo como la unidad de albañilería elaborado con cemento portland, agua y agregados y cuyas dimensiones modulares facilitan su manipulación utilizando una sola mano.

Durante los últimos años el ladrillo ha sido uno de los más empleados en la construcción, sin embargo su producción genera daños ambientales ya que se llega

a consumir en promedio 2.0 kWh por ladrillo, y se libera alrededor de 0.41 kg de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (Zhang, 2013, p. 645). Esto ocasiona que actualmente se utilice mucho el término de ladrillos ecológicos debido a la necesidad de cuidar el medio ambiente. Los ladrillos ecológicos se definen como aquellos que generan menor impacto ambiental que los ladrillos convencionales, debido a que los materiales que se utilizan y el proceso de fabricación no son tan agresivos con el medio ambiente (Isan, 2018, p. 2). Los ladrillos ecológicos son una excelente alternativa como material de construcción de bajo costo y un método de reciclaje válido para disminuir los desechos en regiones donde el reciclaje industrial aún no está disponible (Antico *et al*, 2017, p. 518).

Tomando en cuenta la clasificación de las unidades de albañilería se tiene que según el RNE-E.070, estas unidades se clasifican en: Unidad de albañilería: son aquellos ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Estos tienen forma sólida, hueca, alveolar o tubular. Unidad de albañilería alveolar: Son aquellas que se utilizan en la construcción de los muros armados, tienen sólida o hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Unidad de albañilería apilable: Es de forma alveolar que se asienta sin la necesidad de usar mortero. Unidad de albañilería hueca: Son aquellas que un área equivalente menor que el 70% del área bruta en su sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento. Unidad de albañilería sólida (o maciza): sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano. Unidad de albañilería tubular (o pandereta): presenta huecos paralelos a la superficie de asiento (p. 9).

Conocer las propiedades de las unidades de albañilería es sumamente importante, ya que permitirá saber que tan resistente es la albañilería y cuan durable es ante los efectos de la intemperie. Entre las propiedades asociadas a la unidad de albañilería se tiene a la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, la variabilidad dimensional y alabeo (SENCICO, 2005, p.11). Las propiedades de mayor importancia de los ladrillos se pueden detallar regularmente como físicas, mecánicas, térmicas y de durabilidad (Johal, 2020, p. 2).

La resistencia a la compresión de un ladrillo se define como relación que existe entre la carga de rotura a compresión de un ladrillo y su sección bruta (NTP-399.601, 2006). Esta propiedad se determina realizando los ensayos correspondientes en laboratorios, en base a lo que establece la Norma NTP-339.604. La resistencia característica a la compresión axial de la unidad de albañilería (f_b) se calcula restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra (RNE-E.070-MV, 2006, p.11).

El aprovechamiento de los productos vegetales permite innovar en el campo de los materiales de construcción. La cascarilla de arroz, últimamente está siendo considerada como materia prima para la elaboración de nuevos diseños de mezclas de concreto ya que es un material que se caracteriza por ser aislante térmico de alta efectividad, tiene propiedades abrasivas de gran resistencia a la degradación, y características de material puzolánico. Al utilizar ceniza de cascarilla de arroz en la construcción de bloques estructurales se logra mejorar sus propiedades, ello teniendo en cuenta que la cascarilla de arroz es un producto agrícola (Chica Urzola y Gomez Pardo, 2013, p. 4).

Existen ciertas ventajas al usar cenizas en la construcción de ladrillos entre las cuales se tienen: Permite reducir la cantidad de cemento debido a sus propiedades puzolánicas ya que contiene gran cantidad de sílice (SiO_2), lo que le permite actuar como el clinker en el cemento. Produce menos contaminación ambiental durante su elaboración. El tamaño de la partícula de la ceniza es tan pequeño permitiendo de esta manera llenar los espacios vacíos entre las partículas del cemento aportándole una buena resistencia a la mezcla (Camacho y Mena, 2018, p.11).

Otro producto que se puede utilizar para la fabricación de ladrillo, es la ceniza de cascarilla de café. La cascarilla de café, conocida también como cisco, es un material conformado en su mayor parte del pergamino y fragmentos de granos. Conforman cerca del 6% del café seco de trilla y tiene un 12% de humedad. Este es un residuo que se produce en grandes cantidades después de la cosecha del café, de 1 kilogramo de café cereza se puede obtener 35 gramos de cisco o cascarilla (Salazar, 2005, p.1). Autores como Molocho y Rodríguez (2020) definen a la cascarilla de café como la parte que cubre los granos de café y se encuentra

después de la capa de mucílago, que representa aproximadamente el 12%, y el grosor modificado entre 7 y 11 mm. Esta cascarilla está compuesta por cenizas (10.5%), fósforo (0.10%), potasio (3.03%), calcio (0.25%), magnesio (0.05%) (Arias Ortiz y Meneses Cruz, 2016).

En lo que respecta a las propiedades de las cenizas de cascarilla de café, Villavicencio (2005) indica que esta ceniza tiene un alto contenido de sílice amorfa lo que hace que tenga una acción puzolánica. Físicamente la ceniza de café está en forma de arena o polvo muy relamido, sutil al tiento y tiene un matiz insustancial liso. Químicamente este compuesto por óxido de silicio está entre 35% y 60%; alúmina entre 10% y 30%; óxido de fierro entre 4% y 20%; óxido de cal entre 1% y 35% (Barriga, 2008).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que se toma un problema de la realidad que viene a ser la utilización de residuos agroindustriales y se busca solucionar problemas en el abastecimiento de otra industria como es la construcción a través de la mejora de las unidades de albañilería o ladrillos. Tomando como base investigaciones anteriores que sustentaron la investigación actual

Diseño de investigación

El estudio del efecto de la adición de ceniza de cáscara de café para mejorar la resistencia a la compresión axial del ladrillo de concreto en la provincia de Jaén, departamento Cajamarca, es de tipo de diseño de investigación Experimental puro, porque se determinó la resistencia a compresión axial de ladrillo de concreto ante la adición de ceniza de cáscara de café en distintos porcentajes.

El diseño de investigación se representa de la siguiente forma:

GE: XO1

Donde:

GE: Grupo experimental

X: variable independiente

O1: observación de la variable dependiente

Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que se recolectó datos basados en mediciones numéricas como pesos, volúmenes, resistencias o esfuerzos, a los mismos que se les aplicó un análisis estadístico para determinar patrones de comportamiento y validar la hipótesis a través de la solución del problema (Hernández, y otros, 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Ceniza de cascara de café

Definición conceptual

Es un material que se consigue mediante la incineración de la cáscara de café la cual constituye cerca del 6% del café seco de trilla y tiene un 12% de humedad (Salazar, 2005, pág. 1).

Definición operacional

Material mineral de origen vegetal, rico en óxidos de silicio, aluminio, calcio entre otros que le confieren propiedades cementantes naturales, pudiendo generar unión de elementos minerales; su efecto está en relación a la concentración en la que se usa, ya sea para enriquecer al cemento portland como cenizas volantes naturales de origen orgánico o como reemplazo del mismo.

Variable dependiente

Resistencia de la Compresión del ladrillo

Definición conceptual

La resistencia a la compresión es el esfuerzo que ofrece el ladrillo cuando se le aplica una carga en una máquina denominada prensa, donde el émbolo o cabezal superior de la prensa aplica la carga a una velocidad de $1.25 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$, aunque también se puede optar por aplicar la carga de manera controlada hasta que se produzca la rotura del ladrillo, esta debe suceder en un lapso de tres a cinco minutos, (SENCICO, 2005, p. 43).

Definición operacional

La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto es el esfuerzo que ofrece la unidad de albañilería frente a una carga en el sentido de su eje de altura, se expresa en Megapascales, o Kg/cm².

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

La población lo constituyen todos los ladrillos de concreto elaborados con la adición de cenizas de origen orgánico como cáscaras de café en el ámbito de influencia de la investigación. Se trata de una población considerada como infinita debido al gran número de unidades de albañilería existentes.

Muestra

En la presente investigación se ha elegido la muestra por conveniencia, se tomó como muestra 5 ladrillos por evaluación, de acuerdo a lo estipulado en las normas NTP E.070, NTP-399.601, 2006, y NTP- 339.604; los cuales fueron diseñados con diferentes dosificaciones de acuerdo a los tratamientos. A estos ladrillos se les realizó el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 1. *Diseño experimental, tratamientos y repeticiones a evaluar*

N°	Tratamiento	Código	Repeticiones /N° días / N° ladrillos			
			7	14	28	Total
01	Concreto simple - patrón	T-0	5	5	5	15
02	Concreto simple + 5 % Ceniza	T-1	5	5	5	15
03	Concreto simple + 10 % Ceniza	T-2	5	5	5	15
04	Concreto simple + 15 % Ceniza	T-3	5	5	5	15
TOTAL			20	20	20	60

Nota:

El porcentaje de ceniza expresado en los tratamientos se refiere en relación al peso del cemento según el diseño de mezcla a emplear, y se trata de la ceniza de cáscara de café obtenido de fuentes agroindustriales.

Ladrillo de concreto, es un ladrillo elaborado los constituyentes del concreto para una resistencia de $f'b = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

El número de repeticiones corresponde al número de ladrillos a ensayar, y se considera a los 7, 14 y 28 días luego de ser elaborados.

Muestreo

El muestreo es no probabilístico, es por ello que se consideró unidades según lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 399.601:2006, debido a que hay una norma que establece el tipo de muestreo, entonces se considera establecido en ella.

Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo conformada por los ladrillos de concreto elaborados con adición de cenizas de cascarilla de café y sin adición de ceniza.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección y toma de datos se utilizó como técnica la observación, esta fue directa, al tomar datos como la medición manual, el peso, la eflorescencia, y otras propiedades del ladrillo; sin embargo, también se utilizó la observación indirecta en el caso de la propiedad de resistencia a la compresión, ya que en ese caso se determinó utilizando máquinas en un laboratorio. Estas observaciones fueron realizadas con presencia del investigador en todos los casos.

Concerniente al instrumento de recolección, se realizó mediante formatos de guías de observación y registro de datos; los formatos fueron tomados de las Normas Técnicas Peruanas vigentes tanto para el análisis de los agregados a utilizar como para el ensayo a la resistencia a la compresión. Los resultados de los ensayos contenidos en estos formatos se presentan en el presente informe y forman parte de los anexos, estos fueron obtenidos de un laboratorio autorizado para realizar este tipo de ensayos al ladrillo o unidades de albañilería.

Tabla 2. *Técnica e instrumento utilizado para la recolección de datos*

Técnica	Instrumento
Observación	Ficha guía de observación según formato de las Normas Técnicas Peruanas vigentes

3.5. Procedimientos

Primero: Obtención y purificación de la ceniza de cascará de café, la misma que consiguió por incineración en diversos usos tanto agroindustriales como la producción de calor para el secado de café. Esta ceniza fue finamente molida en laboratorio hasta pasar la malla N° 200, terminando su incineración con la aplicación de alta temperatura y limpieza de impurezas.

Segundo: Se realizó el diseño de mezcla de concreto para la elaboración de ladrillos patrón o sin adiciones de ceniza, para esto se tomó en cuenta los resultados obtenidos del análisis de agregados y se utilizó una resistencia de diseño de $f'b = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

Tercero: Se realizó el diseño de mezcla del concreto con adición de ceniza preparada según los tratamientos especificados, el diseño es para la misma resistencia.

Cuarto: Se elaboró los ladrillos en número mayor al especificado en la muestra, para tener unidades de recambio de presentarse algún defecto. Los ladrillos se elaboraron el mismo día por tratamiento, para llevar un control en el tiempo de fraguado para realizar las pruebas de laboratorio.

Quinto: Curado de los ladrillos durante siete días con agua neutra o básica en condiciones de laboratorio.

Sexto: Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión de los ladrillos en laboratorio, así como otros ensayos complementarios que se muestran en los resultados.

Séptimo: Se realizó el ordenamiento y tabulación de los datos obtenidos en los instrumentos utilizados.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos de los ensayos realizados a los ladrillos, se tabularon en una hoja de cálculo como el Excel, para luego ser procesados de acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación. Se usó estadística descriptiva para elaborar tablas y gráficos con el fin de representar mejor los resultados, así como para calcular los promedios y las variabilidades de los resultados. Por ser una investigación del tipo experimental, a los datos cuantitativos de la resistencia del ladrillo, se realizó un análisis de varianza ANOVA, así como una prueba de comparación entre los resultados obtenidos de los tratamientos ensayados como TUKEY; para esto se utilizó el software estadístico InfoStat V2021.

3.7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación fue elaborado por los tesisistas y todo lo que se presente en dicho estudio es de originalidad del autor, no existió copia alguna ni duplicado en algún proyecto de tesis aprobado, es por ello que esta investigación es de total honestidad y veracidad y cualquier observación es responsabilidad de los tesisistas. El presente informe pasó la evaluación en el software antiplagio Turnitin, cumpliendo el porcentaje de similitud requerido, garantizando que no hubo plagio en la investigación. En su ejecución se observaron y respetaron los principios éticos descritos en el Código de Ética de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1. Diseño de mezclas para la elaboración de ladrillos según tratamientos evaluados

El diseño de mezcla se realizó considerando los resultados del análisis de agregados, cuyos valores se resumen en la siguiente tabla, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso.

Tabla 3. *Resumen de las propiedades de los agregados utilizados en la fabricación de ladrillos*

Nº	Ensayo realizado	Unidad	Resultado	
			Agregado grueso	Agregado fino
01	Tamaño máximo nominal	Pulgada	½	----
02	Módulo de finura		6.89	2.93
03	Contenido de humedad	%	0.76	2.46
04	Peso específico de masa	g/cm ³	2.76	2.60
05	Peso unitario suelto seco	Kg/m ³	1469	1662
06	Peso unitario compactado seco	Kg/m ³	1563	1726
07	Absorción	%	0.84	1.52

Fuente: elaboración propia en base a los resultados de análisis de agregados en laboratorio LABSUC 2021.

Como puede verse en la tabla 2, los agregados tienen propiedades que se encuentran dentro de lo establecido en las normas técnicas ASTM C33, ASTM C128 y ASTM C70 entre otras. Los agregados de acuerdo a sus propiedades se ajustan a los requerimientos para fabricar ladrillos de concreto.

El diseño de mezcla para todos los tratamientos se muestra en la siguiente tabla, donde se establece los requerimientos de materiales en peso para la elaboración de un metro cúbico de concreto para ladrillos, este diseño fue para una resistencia a la compresión $f'b = 150 \text{ Kg/cm}^2$. El diseño de mezclas se

realizó de acuerdo a la metodología descrita por comité 211 ACI, los cálculos se muestran en los anexos del presente informe.

Tabla 4. *Diseño de mezclas para los diferentes tratamientos en estudio*

Componente	Peso (kg) para 1 m ³ de concreto			
	T0	T1	T2	T3
Cemento	260.00	260.00	260.00	260.00
Agregado fino seco	886.00	873.00	860.00	847.00
Agregado grueso seco	940.00	940.00	940.00	940.00
Agua de mezcla	216.00	216.00	216.00	216.00
Ceniza	---	13.00	26.00	39.00

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4 se puede ver el requerimiento en materiales para la elaboración de un metro cúbico de concreto para la fabricación de ladrillos. Tomando en cuenta el volumen del ladrillo que es de 0.002538 m³, entonces se necesitaría 2.538 m³ de concreto para elaborar un millar de ladrillos. Para el ensayo se preparó un volumen necesario para fabricar 20 ladrillos por tratamiento, los cuales fueron suficientes para realizar los ensayos establecidos.

Los tratamientos en la tabla se denotan por su código utilizado, correspondiendo al patrón el código T0, al tratamiento con adición de 5 % de cenizas el código T1, el código T2 corresponde al tratamiento con adición de 10 % de cenizas y el código T3 al tratamiento con adición de 15 % de cenizas. El peso de la ceniza fue calculado tomando en cuenta el porcentaje en función al peso del cemento utilizado, y para no afectar el diseño de mezclas, se consideró su reemplazo en masa por el de agregado fino. Para todos los casos se mantuvo constante la dosificación del cemento.

4.2. Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos elaborados

4.3.1. Propiedades físicas

Se evaluó las propiedades físicas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones E 070, como son Variación dimensional, Alabeo, absorción, peso específico aparente, eflorescencia entre otros.

Tabla 5. Variación dimensional de los ladrillos según tratamientos evaluados

Nº	Tratamiento	Variación de la dimensión (%)			Clase de ladrillo (E 070)	Coeficiente de variabilidad (%)
		Altura o hasta de 100 mm	Ancho o hasta 150 mm	Largo o más de 150 mm		
1	Patrón	1.31	0.91	0.50	V	65.81
2	C. simple con 5 % ceniza	0.42	0.68	0.09	V	85.33
3	C. simple con 10 % ceniza	1.44	0.67	0.82	V	31.23
4	C. simple con 15 % ceniza	0.40	0.50	0.68	V	93.21

Fuente: elaboración propia

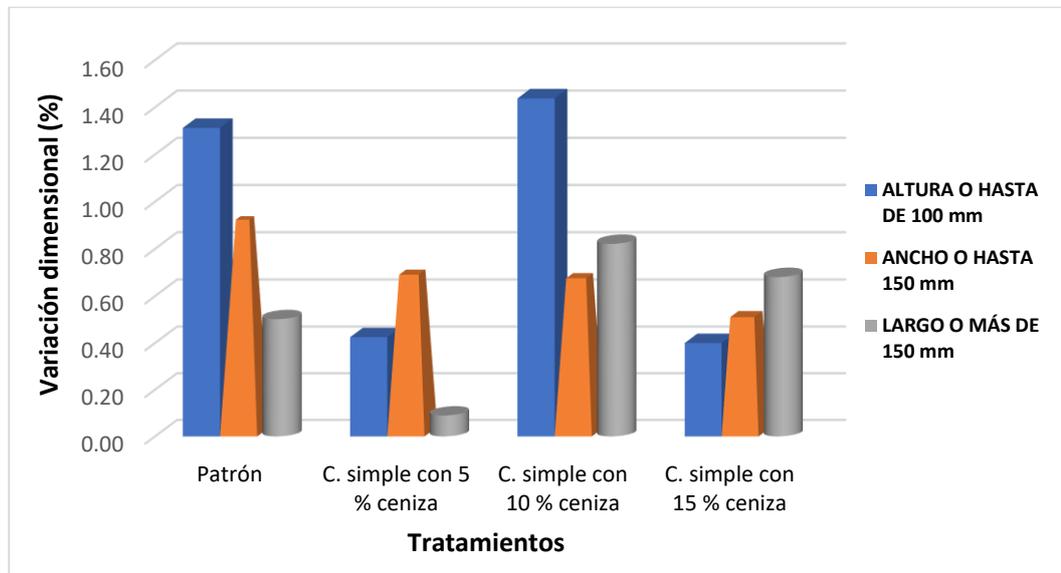


Figura 1. Variación dimensional de los ladrillos según tratamientos evaluados

En la tabla 5 y figura 1, puede verse el valor promedio de la variación dimensional del ladrillo tanto en su ancho, largo y altura, los valores que se obtuvieron se encuentran dentro de lo tolerado para un ladrillo tipo V, cuyos parámetros indicados por la norma E 070 son de +/- 3 mm para la altura, +/- 2 mm para el ancho y +/- 1 mm para el alto, los ladrillos obtenidos en el tratamiento T1 donde se utilizó un 5 % de ceniza arrojó los valores promedio más bajos de variación dimensional; sin embargo, el coeficiente de

variación obtenido de las mediciones es de 85.33 %, lo que está muy por encima de lo aceptado por la norma E 070, que establece que para ladrillos elaborados de manera no industrial el valor máximo del coeficiente de variabilidad debe ser 40 %, esto descalifica a los ladrillos obtenidos en el tratamiento T1; por su parte los ladrillos obtenidos en el tratamiento T2 al que se le agregó 10 % de cenizas cumplió con esta exigencia pues su coeficiente de variación es 31.23 %, muy a pesar que sus valores de variación dimensional no son los más bajos obtenidos.

Tabla 6. Alabeo de los ladrillos según tratamientos evaluados

Nº	Tratamiento	Alabeo (mm)	Clase de ladrillo (RNE 070)	Coefficiente de variabilidad (%)
1	Patrón	1.10	V	51.60
2	C. simple con 5 % ceniza	1.10	V	67.08
3	C. simple con 10 % ceniza	1.30	V	37.16
4	C. simple con 15 % ceniza	1.55	V	57.81

Fuente: elaboración propia

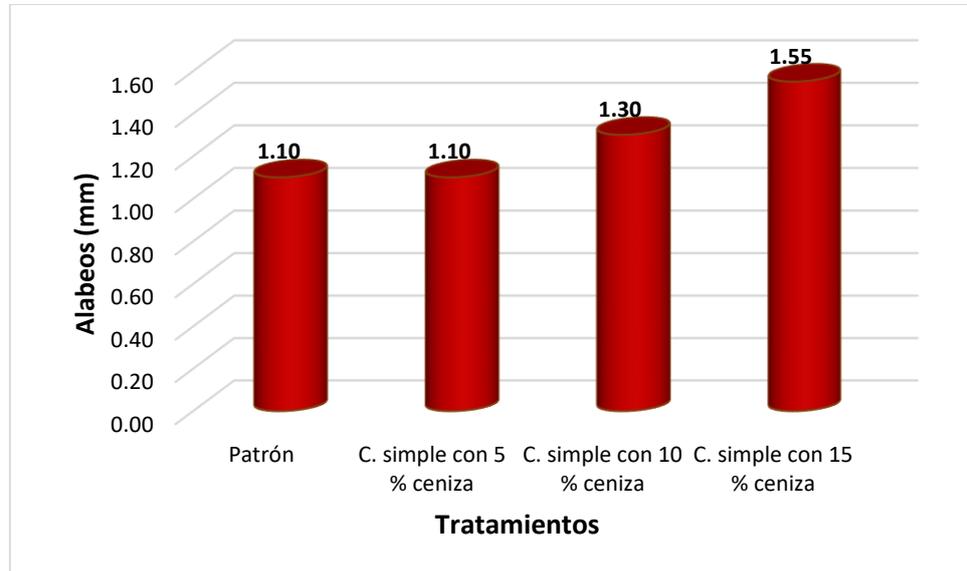


Figura 2. Alabeo de los ladrillos según tratamientos evaluados

Los resultados que se obtuvieron para las mediciones de alabeo se muestran en la tabla 6 y figura 1, podemos ver que el alabeo varía muy poco entre los tratamientos y según la norma RNE E 070 todos los

tratamientos caen dentro de la clase V, la cual acepta alabeos de hasta 2 mm. Sin embargo, los datos tienen mucha dispersión como lo demuestra el coeficiente de variación obtenido, y según la misma norma mencionada, solo el tratamiento T2 al que se le agregó 10 % de ceniza cumple tener un valor por debajo del 40 %. De acuerdo a esta prueba realizada, solo el tratamiento T2 cumple con lo establecido en la norma técnica; mientras que los demás tratamientos a pesar de tener valores aceptables para la clase V, no se pueden aceptar debido a su alta variabilidad.

Tabla 7. *Peso específico aparente de los ladrillos según tratamientos evaluados*

Nº	Tratamiento	Peso específico aparente (kg.m ⁻³)	Coefficiente de variabilidad (%)
1	Patrón	2180.42	1.65
2	C. simple con 5 % ceniza	2198.27	1.44
3	C. simple con 10 % ceniza	2202.76	0.67
4	C. simple con 15 % ceniza	2203.82	0.93

Fuente: elaboración propia

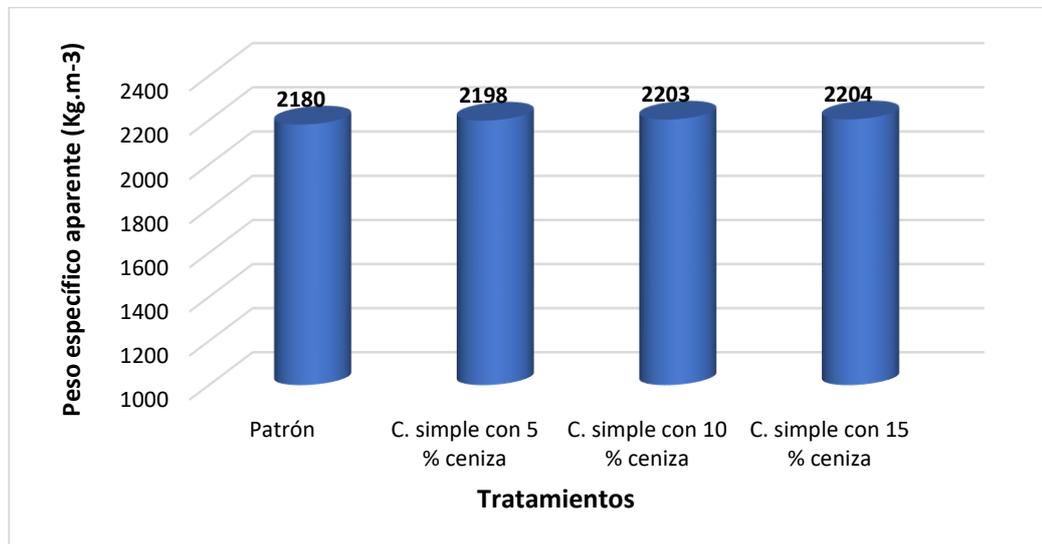


Figura 3. *Peso específico aparente de los ladrillos según tratamientos evaluados*

El peso específico aparente obtenido en el ensayo, se encuentra dentro de los valores aceptables para el concreto de esa resistencia, en la tabla 7 y

figura 3, puede verse que los valores del peso específico son muy parecidos entre sí; sin embargo, existe un pequeño incremento cuando se utiliza ceniza, el cual está en relación directa con el porcentaje utilizado. El incremento no es suficiente como para decir que existen diferencias significativas estadísticamente. El peso específico obtenido garantiza la resistencia mecánica que va a tener el ladrillo para ser considerado en su uso como muro portante.

Tabla 8. Absorción de los ladrillos según tratamientos evaluados

Nº	Tratamiento	Absorción (%)	Coefficiente de variabilidad (%)
1	Patrón	0.20	20.36
2	C. simple con 5 % ceniza	0.14	34.87
3	C. simple con 10 % ceniza	0.04	37.68
4	C. simple con 15 % ceniza	0.04	35.79

Fuente: elaboración propia

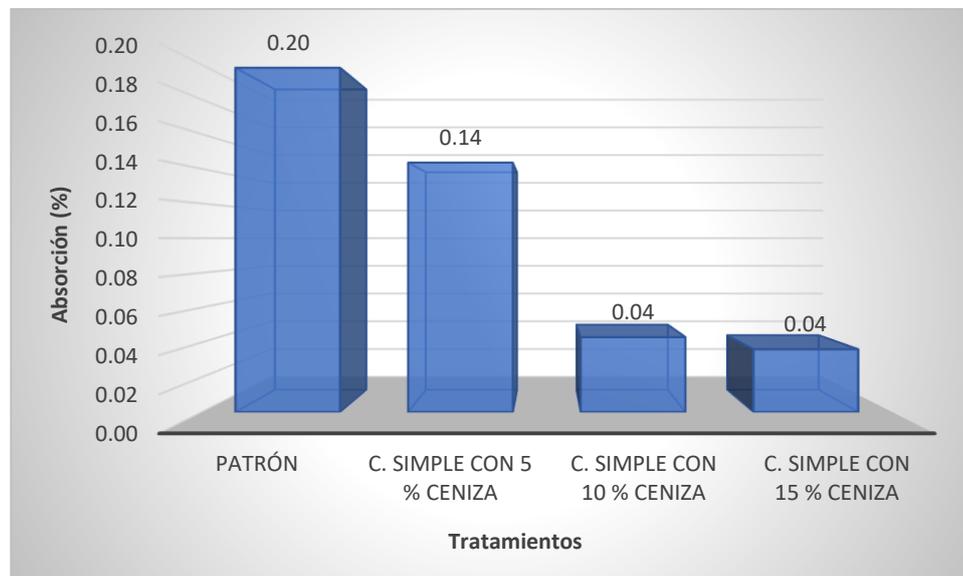


Figura 4. Absorción de los ladrillos según tratamientos evaluados

Los valores obtenidos de absorción de agua por parte de los ladrillos son muy bajos, el concreto endurecido es casi impermeable al agua, y esto se evidencia en los valores mostrados en la tabla 8 y figura 4, a diferencia de los ladrillos de arcilla. Según la norma RNE E 070, el valor máximo

aceptado de absorción por un ladrillo es de 12 % con respecto a su peso, por lo que todos los ladrillos fabricados según los distintos tratamientos cumplen con lo exigido por la norma; de igual manera el coeficiente de variación se encuentra por debajo del 40 %, que es el exigido por la norma para ladrillos no industriales.

Tabla 9. *Eflorescencia de los ladrillos según tratamientos evaluados*

Nº	Tratamiento	Eflorescencia (%)	Coefficiente de variabilidad (%)
1	Patrón	0.00	0.00
2	C. simple con 5 % ceniza	0.22	156.49
3	C. simple con 10 % ceniza	0.32	141.42
4	C. simple con 15 % ceniza	1.01	55.90

Fuente: elaboración propia

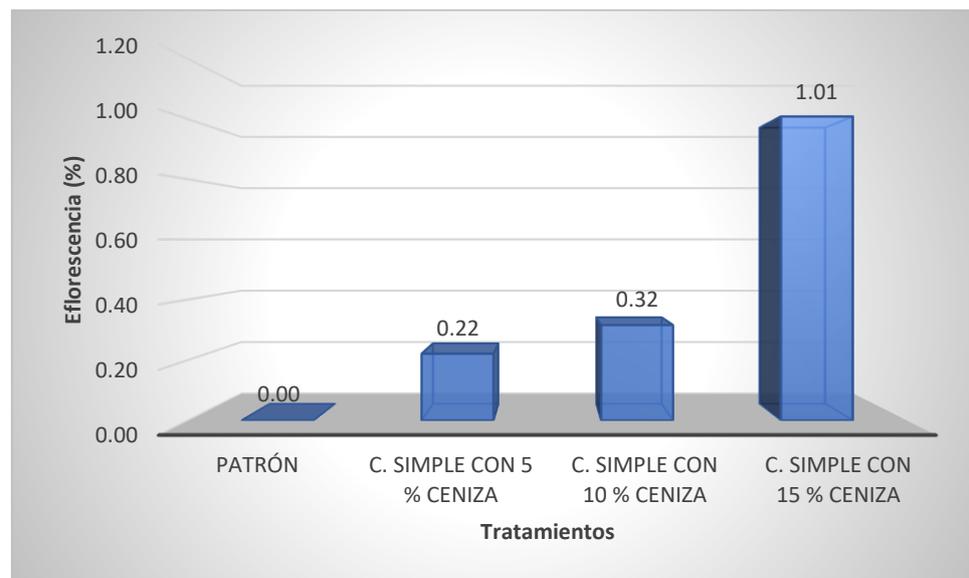


Figura 5. *Eflorescencia de los ladrillos según tratamientos evaluados*

En la tabla 9 y figura 5, se muestra que en los tratamientos donde se utiliza ceniza aparece un muy ligero porcentaje de eflorescencia, que va en relación con la cantidad de ceniza utilizada; sin embargo, estos valores son muy bajos de hasta 1 %, y pueden ser considerados aceptables según la norma técnica E 070.

4.3.2. Propiedades mecánicas

Dentro de las propiedades mecánicas, se evaluó la resistencia mecánica a la compresión o $f'b$, tomando en cuenta que el diseño de mezclas fue de 150 Kg/cm^2 , para cubrir las exigencias de un ladrillo de clase IV. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 10. Resistencia a la compresión $f'b$ de los ladrillos a los 7, 14 y 28 días de evaluación

Nº	Tratamientos	Resistencia a la compresión $f'b$ (Kg.cm^{-2})		
		7 días	14 días	28 días
1	Patrón	88	140	167
2	C. simple con 5 % ceniza	92	129	173
3	C. simple con 10 % ceniza	125	150	178
4	C. simple con 15 % ceniza	102	135	163

Fuente: elaboración propia

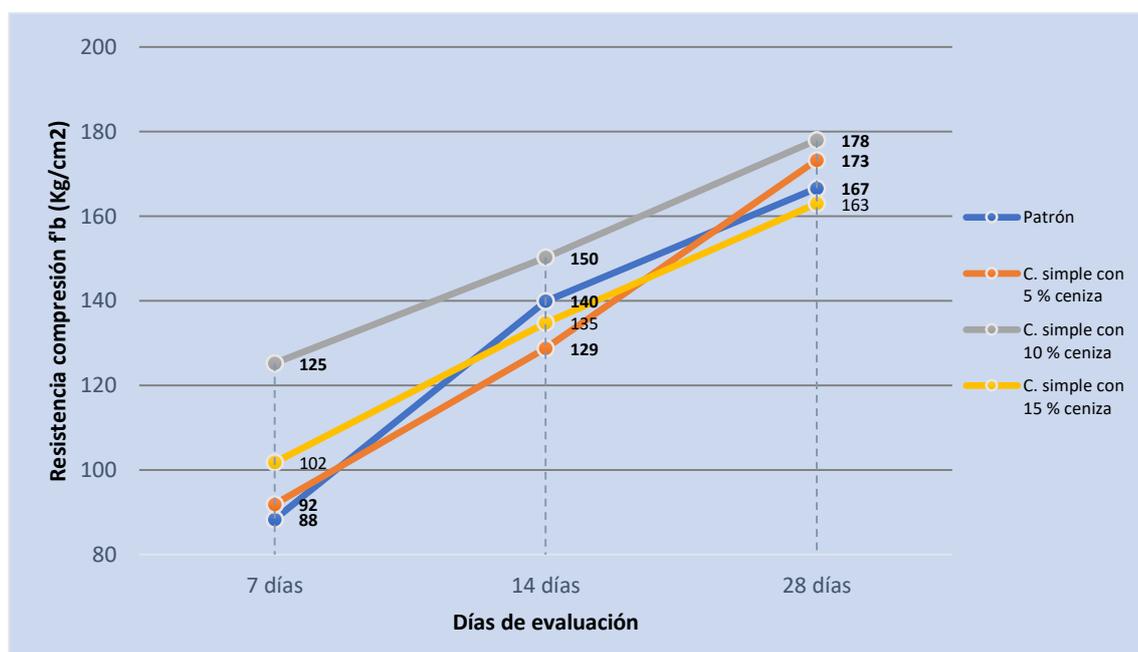


Figura 6. Resistencia a la compresión $f'b$ de los ladrillos a los 7, 14 y 28 días de evaluación

En la tabla 10 y figura 5, se muestran los valores de la resistencia a la compresión que obtuvieron los ladrillos evaluados a los 7, 14 y 28 días. Las

normas NTP 399.613 y la NTP 399.604, establecen la evaluación de la resistencia a la compresión de ladrillos tanto de arcilla como de concreto respectivamente, la norma NTP 399.604, es la norma para evaluar la calidad de los ladrillos de concreto, y no establece los lineamientos para determinar la resistencia de los ladrillos a los 7, 14 y 28 días, solo establece la forma de evaluación de la resistencia a la compresión de los ladrillos a los 28 días, de acuerdo también a lo que establece la norma RNE E 070, es por esto que para realizar el análisis del comportamiento que ha tenido la evolución de la resistencia a la compresión de los ladrillos, se hizo uso de la norma NTP 339.034, la misma que es equivalente a la norma ASTM C 39/C39 M, estas normas son también tomadas en cuenta por el laboratorio que se contrató para realizar los ensayos de resistencia a la compresión de los ladrillos. Los valores de la resistencia a la compresión f'_b de los ladrillos a los 7 días, solo cumple lo establecido por las normas mencionadas el tratamiento T2 al que se adicionó 10 % de cenizas, tomando en cuenta que según esta norma se debe cumplir con alcanzar el 70 % de la resistencia de diseño que fue 150 Kg/cm², por lo tanto, debieron alcanzar como mínimo 105 Kg/cm². Con respecto a los valores obtenidos a los 14 días, los tratamientos T0 o patrón, T2 al que se adicionó 10 % de ceniza y T3 al que se adicionó 15 % de ceniza, cumplen con lo establecido por las normas, ya que superan el 90 % de la resistencia de diseño. A los 28 días todos los tratamientos logran alcanzar y pasar el valor de la resistencia de diseño que fue de $f'_b = 150$ Kg/cm², por lo que cumplen con lo establecido por la norma RNE E 070.

También puede verse en la figura 5 que el comportamiento de la evolución de resistencia no es uniforme en el patrón y el tratamiento T3, mientras que en el tratamiento T2 y T1 muestra un desarrollo ordenado y casi lineal, como es de esperarse que suceda.

Tabla 11. *Resistencia a la compresión f'_b de los ladrillos a los 28 días de evaluación de los tratamientos en evaluación*

Fuente: elaboración propia

Nº	Tratamientos	Resistencia compresión (Kg/cm ²)	Clase de ladrillo (RNE 070)	Coefficiente de variabilidad (%)
1	Patrón	166.59	IV	12.67
2	C. simple con 5 % ceniza	173.24	IV	9.12
3	C. simple con 10 % ceniza	178.00	IV	19.83
4	C. simple con 15 % ceniza	163.00	IV	14.45

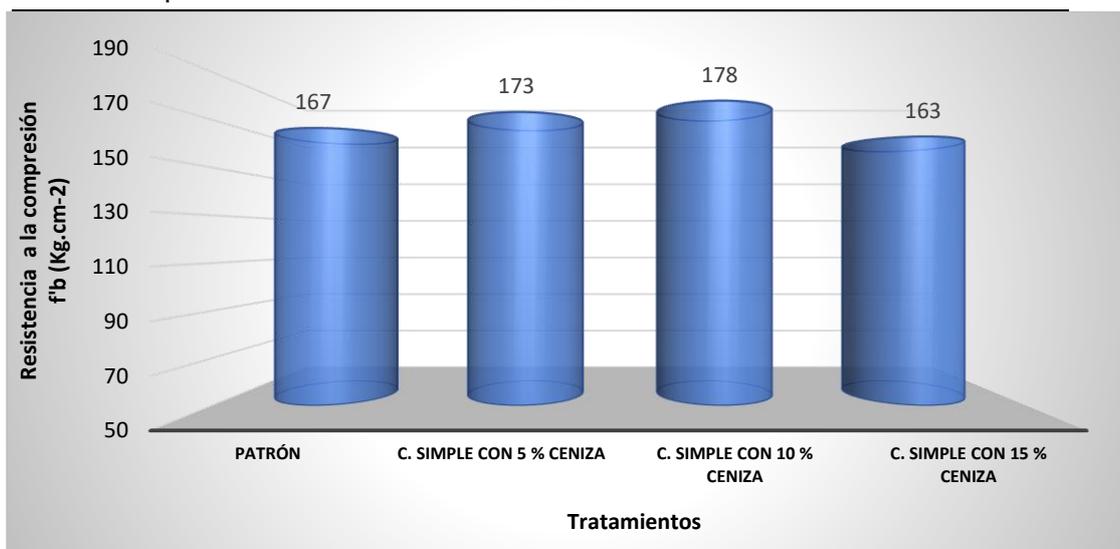


Figura 7. Resistencia a la compresión $f'b$ de los ladrillos a los 28 días de evaluación de los tratamientos en evaluación

En la tabla 11 y la figura 6, se ve que todos los tratamientos cumplen con los valores de resistencia de diseño que fue de 150 Kg/cm². Según la norma RNE E 070, los valores de resistencia a la compresión $f'b$ de todos los tratamientos los ubica dentro de la clase IV, que es la clase que se esperaba que cumplieran los ladrillos según la resistencia de diseño. Así mismo, de acuerdo a la variabilidad, los ladrillos producidos en todos los tratamientos cumplirían las exigencias, ya que se encuentran muy por debajo del 40 % de coeficiente de variabilidad que exige la norma RNE E 070.

También podemos ver que la adición de cenizas incrementa ligeramente la resistencia a la compresión, como es el caso del tratamiento T1 donde se

adicionó 5 % de ceniza y se obtuvo una resistencia de 173.24 Kg/cm², y el tratamiento T2 donde se adicionó 10 % de ceniza donde se obtuvo una resistencia de 178.00 Kg/cm²; sin embargo, al aumentar la dosis de ceniza a 15 % como es el caso del tratamiento T3, la resistencia a la compresión cae a 163 Kg/cm². Inclusive por debajo del valor obtenido por el tratamiento patrón. Estos resultados indican que al adicionar ceniza solo hasta un 10 % del peso del cemento, la resistencia mejora incrementándose ligeramente, y si se supera ese porcentaje, la adición de ceniza influye de manera negativa en la resistencia a la compresión f'b.

Tabla 12. *Análisis de varianza ANOVA de los resultados de resistencia a la compresión de los tratamientos evaluados*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	675.1027	3	225.0342219	0.348	0.7911	3.239
Error	10345.5084	16	646.5942747			
Total	11020.6111	19				

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 13. *Prueba de Tukey de los resultados de resistencia a la compresión de los tratamientos evaluados*

Tratamientos	Medias	nº	E.E.	
T2	178.00	5	11.37	A
T1	173.24	5	11.37	A
T0	166.59	5	11.37	A
T3	163.00	5	11.37	A

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=46.01318

Fuente: elaboración propia

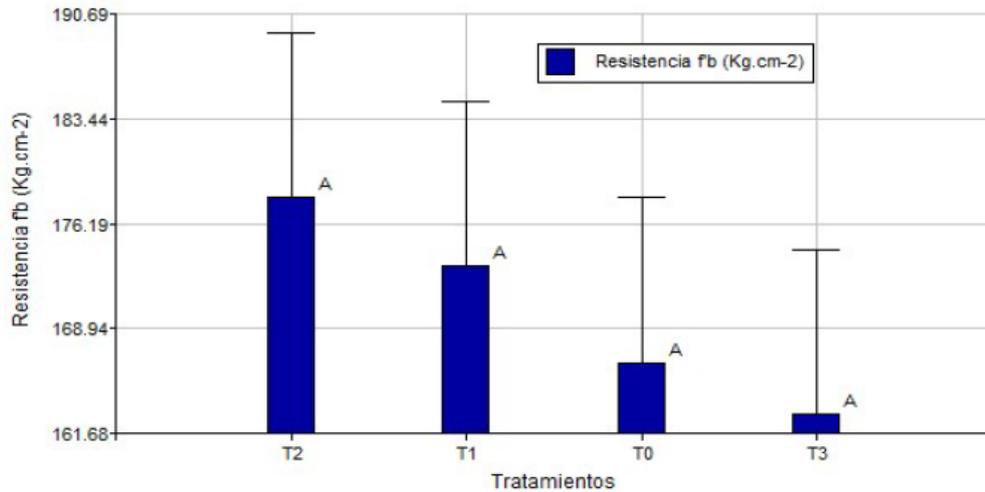


Figura 8. Prueba de Tukey de los resultados de resistencia a la compresión de los tratamientos evaluados

Con el objeto de determinar si la diferencia en la resistencia a la compresión obtenida por los distintos tratamientos es significativa estadísticamente se realizó el análisis de varianza mostrado en la tabla 12, donde puede verse que para un nivel de significancia del 95 %, no existen diferencias significativas estadísticamente entre los resultados promedio de resistencia de los tratamientos, es decir que a pesar de haber un incremento de la resistencia entre el patrón y los tratamientos T1 y T2, este incremento no es suficiente para ser estadísticamente válido. Esto nos indica que la aplicación de cenizas mejora ligeramente la resistencia hasta una adición máxima del 10 %, pero que esta mejora no es muy significativa, por lo que su uso sería opcional.

Del mismo modo la prueba de Tukey realizada para jerarquizar las medias de los tratamientos que se muestran en la tabla 13 y figura 7, validan los resultados del análisis de varianza ANOVA, ya que para un nivel de significancia del 95 %, arroja una igualdad estadística para todos los tratamientos.

4.3. Influencia de la adición de cenizas de cáscara de café en los ladrillos fabricados

4.3.3. Influencia en las propiedades del ladrillo

Existe una influencia real en la mejora de las propiedades del ladrillo al adicionar ceniza de cáscara de café. En cuanto a las propiedades físicas, tenemos que, para la variación dimensional, alabeo y absorción, la adición de 10 % de ceniza permite uniformizar los valores obtenidos y disminuir la variabilidad del patrón, la misma que se encontró por encima de lo establecido por la norma técnica RNE E.070. De acuerdo a estas propiedades, el tratamiento T2, ubica a los ladrillos obtenidos dentro de la clase V, que, según la misma norma, establece que puede ser utilizado como ladrillo para muro portante hasta dos pisos en zonas sísmicas 2 y 3, y en todo el edificio para zonas sísmicas 1.

En cuanto a las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión, se estableció su influencia al incrementar o disminuir el valor de la misma, esto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14. *Variación porcentual de la resistencia a la compresión con la adición de ceniza de cáscara de café*

Nº	Tratamientos	Resistencia a los 28 días (Kg/cm ²)	Variación porcentual (%)
1	Patrón	167	0.00
2	C. simple con 5 % ceniza	173	4.00
3	C. simple con 10 % ceniza	178	6.85
4	C. simple con 15 % ceniza	163	-2.15

Fuente: elaboración propia

Como puede verse en la tabla 14, la adición de ceniza de cáscara de café logra incrementar como máximo un 6.85 % la resistencia del ladrillo de concreto, y esto lo logra cuando se adiciona un 10 % de ceniza en función al peso del cemento utilizado. Además, se ve, que al agregar más ceniza la resistencia empieza a disminuir llegando inclusive a valores por debajo del obtenido en el patrón o testigo.

De acuerdo a lo descrito se recomendaría la adición de cenizas hasta un 10 % en función al peso de cemento, ya que en primer lugar mejora la uniformidad de las propiedades físicas, logrando ubicar a la calidad del ladrillo dentro de la clase V, y al mismo tiempo incrementa la resistencia del ladrillo a la compresión $f'b$ en un 6.85 %, pero ubica a la calidad del ladrillo en la clase IV. El uso de la ceniza de cáscara de café logra mejorar la calidad del ladrillo, al mismo tiempo que consume un producto residuo generado en la agroindustria del café como es la producción de cenizas por la incineración de las cáscaras de café para generar calor a los hornos secadores.

V. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación se planteó como objetivo general determinar el efecto de la adición de cenizas de cáscara de café en la resistencia axial del ladrillo estructural de concreto, luego de realizar los ensayos planteados en la metodología y los tratamientos en estudio se obtuvo que la resistencia mecánica se incrementa ligeramente al utilizar ceniza en porcentajes de 5 % y 10 %, de forma proporcional, logrando como máximo un incremento del 6.85 % sobre la resistencia del diseño de resistencia patrón; sin embargo al agregar 15 % de ceniza, la resistencia disminuye significativamente.

Investigadores como Shofi'ul Amin, y otros, (2018) y Karya Sinulingga, y otros, (2018) lograron resultados muy similares al utilizar cenizas en la fabricación de ladrillos de concreto, los resultados de estos investigadores demuestran que al utilizar ceniza en concentraciones de 5 % y 10 % incrementan la resistencia mecánica de los ladrillos, pero al incrementar la concentración de cenizas a 15 % hasta 30 %, la resistencia empieza disminuir con respecto al ladrillo patrón, inclusive disminuye de manera significativa. Estos resultados validan los obtenidos en la presente investigación, y al mismo tiempo cumplen con los requisitos establecidos por la norma técnica E. 070 para ladrillos de clase IV, los mismos que pueden ser utilizados como estructurales en muros portantes.

Para el cumplimiento del objetivo general, se desarrollaron tres objetivos específicos, cuyos resultados fundamentan al objetivo general. A continuación, se discuten estos resultados comparándolo con los obtenidos por otros autores con el objetivo de validar la investigación.

En el objetivo específico primero, se realizó el diseño de mezclas utilizando cenizas de cáscara de café en porcentajes de 5 %, 10 % y 15 %, estos porcentajes se plantearon en función a los antecedentes revisados y para afinar un porcentaje de cenizas óptimo para la fabricación de ladrillos de concreto. El diseño de mezclas se

realizó para una resistencia a la compresión f'_b de 150 Kg/cm², y el porcentaje de cenizas utilizado fue en función al peso de cemento usado.

Estos porcentajes fueron utilizados también por otros autores como por ejemplo Karya Sinulingga, y otros, (2018), quienes plantearon concentraciones de ceniza de 0 % para el ladrillo patrón, 5 %, 10 %, 15 % y 20 % en la fabricación de ladrillos; así mismo Prabhu, Ramesh y Archana. (2019), utilizaron concentraciones de ceniza de 6 %, 8 %, 16 % y 20 % para la fabricación de ladrillos de concreto. De igual manera Indhiradevi, y otros, (2020) utilizaron en el diseño de mezclas para la fabricación de ladrillos concentraciones de ceniza de 5 %, 10 %, 15 % y 20 %. Los valores de concentración de cenizas utilizados por diversos autores validan las concentraciones de cenizas utilizadas en la presente investigación, lo mismo que va permitió comparar y discutir los resultados obtenidos en cuanto a resistencia mecánica de los ladrillos y otras propiedades evaluadas.

El segundo objetivo específico planteó determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concretos fabricados con la utilización de cenizas, para esto se midieron propiedades físicas de los ladrillos. A continuación, se detallan y discuten las propiedades físicas evaluadas.

En cuanto a la propiedad de variación dimensional, los ladrillos fabricados como ladrillos patrón, y los ladrillos con uso de ceniza en porcentajes de 5 %, 10 % y 15 %, obtuvieron variaciones dimensionales bajas o muy bajas, y según la norma técnica E 070, los clasifican a todos ellos dentro de la clase V, lo mismo que también cumplen con lo establecido con las NTP 399.613 y 399.604; sin embargo la misma norma también exige que el coeficiente de variación no sea mayor del 40 % para ser aceptado el resultado obtenido y para esta exigencia solo el uso de ceniza en una concentración del 10 % cumple con este requisito.

Los resultados obtenidos en cuanto al alabeo, estos fueron muy bajos, entre 1 mm a 1.5 mm, incrementándose conforme se incrementa el porcentaje de cenizas utilizado. Estos valores ubican a los ladrillos obtenidos en la clase V según la norma técnica E 070; sin embargo, el coeficiente de variabilidad exigido de menos de 40 % por la misma norma solo lo cumple el tratamiento que utilizó 10 % de cenizas.

En cuanto al peso específico aparente de los ladrillos, estos fueron muy similares, sin embargo, existe un ligero incremento del mismo al incrementar la concentración de cenizas siendo los valores de 2180 Kg/m³ para el ladrillo patrón y 2204 Kg/m³ para el ladrillo fabricado con 15 % de ceniza. Estos valores son superiores a los obtenidos por Quispe Terrones, (2019), quien obtuvo un peso específico aparente de 1700 Kg/m³, esta diferencia se debe a que el volumen del ladrillo es el mismo; sin embargo, el ladrillo fabricado tiene menos espacios vacíos o huecos que el ladrillo fabricado por el autor; la densidad de ambos ladrillos fue la misma, y es la establecida para concreto de resistencia 150 Kg/cm².

La absorción de los ladrillos arrojó valores bajos de 0.20 % para el tratamiento patrón o testigo donde no se utilizó ceniza y 0.04 % para el tratamiento donde se utilizó 15 % de ceniza; estos valores son muy inferiores a los máximos establecido en la norma RNE E 070, que es del 12 %. Puede considerarse que el ladrillo se vuelve más impermeable al agua conforme se agrega mayor contenido de ceniza.

En cuanto a las eflorescencias, los valores obtenidos fueron muy bajos, inclusive el ladrillo patrón no presenta ningún tipo de eflorescencia. El uso de ceniza hace aparecer pequeñas muestras de eflorescencias en porcentajes que van 0.22 % a 1.01 % para los tratamientos que usan 5 % de ceniza hasta 15 % de cenizas. Estos valores son muy bajos y son aceptados por lo establecido en las normas técnicas E 070 y las NTP 399.613 y 399.604. Estas pequeñas presencias de manchas blanquecinas pueden deberse también al agua utilizada o a los agregados utilizados. La medición de la eflorescencia se midió para determinar la influencia de la ceniza en la aparición de estas, ya que de darse puede luego deteriorar a la estructura y los posteriores acabados como tarrajeos y pintado.

La resistencia a la compresión de los ladrillos o f'b, es la propiedad de mayor interés en la evaluación de los ladrillos para ser aceptados como unidades de albañilería en muros portantes o estructurales. Como resultado se obtuvo que según la resistencia de diseño que fue de 150 Kg/cm², todos los tratamientos obtuvieron valores superiores a los establecidos en el diseño de mezclas. Sin embargo, la adición de cenizas en porcentajes de 5 % incrementa la resistencia en un 4.00 % con respecto al ladrillo patrón, y al adicionar 10 % de cenizas, la resistencia se

incrementa en un 6.85 % con respecto al ladrillo patrón; mientras que al agregar un 15 % de cenizas la resistencia del ladrillo disminuye en un 2.15 % con respecto a la resistencia obtenida por el ladrillo patrón. Así mismo se obtuvo que la evaluación de la resistencia del ladrillo fue creciente para todos los tratamientos; sin embargo, solo el tratamiento que usó 10 % de cenizas cumplió con lo establecido por la norma ASTM C 39, mientras que a los 14 días solo el tratamiento que adicionó 5 % de cenizas no cumplió con lo establecido en la misma norma. Todos los tratamientos cumplieron con llegar a la resistencia de diseño a los 28 días.

Tomando en cuenta la resistencia obtenida por el mejor tratamiento que fue el tratamiento T2 al que se adicionó 10 % de ceniza con 178 Kg/cm², como f'b obtenido, el ladrillo obtenido cumple con la clase IV que exige una resistencia entre 130 y 179 Kg/cm². El tipo de ladrillo obtenido puede ser utilizado como ladrillo estructural para muros portantes.

Estos resultados son similares a los obtenidos por diversos autores, quienes establecen que el uso de cenizas en una concentración del 10 % con respecto al cemento es la mejor concentración ya que produce la máxima resistencia en función a la resistencia de diseño, así tenemos que Karya Sinulingga, y otros, (2018), obtuvieron una resistencia de 3.3 Mpa; Zhu *et al*, (2020), obtuvieron una resistencia de 15.72 Mpa; Viera Rodriguez, y otros, (2020), obtuvieron la máxima resistencia a los 28 días con incremento del 12 %; Jara Rodriguez, y otros, (2015), obtuvieron una mejora de la resistencia a los 28 días. Estos resultados validan los resultados obtenidos por la investigación realizada y la recomendación de utilizar una adición de 10 % de ceniza para alcanzar un incremento de la resistencia con respecto a los ladrillos patrón. Del mismo modo los ladrillos obtenidos cumplen con lo establecido por la norma técnica E 070, tanto en la resistencia como en las otras propiedades físicas, así mismo cumple con el coeficiente de variabilidad exigido en los resultados obtenidos.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño de mezclas y las mezcla de concreto para la elaboración de ladrillos, adicionándose ceniza de cáscara de café en proporciones de 5 %, 10 % y 15 % de acuerdo al peso del cemento utilizado para una resistencia a la compresión de $f'b = 150 \text{ Kg/cm}^2$.
- Se determinó las propiedades físicas de los ladrillos de concreto elaborados, obteniéndose que para el caso de variación dimensional todos los tratamientos cumplieron con las exigencias de la norma RNE E 070 para ladrillos tipo V, lo mismo que para alabeo. En cuanto a absorción, eflorescencia, los ladrillos cumplen con los requisitos establecidos por la norma RNE E 070.
- En lo concerniente a la propiedad mecánica de resistencia a la compresión de los ladrillos, el máximo valor lo obtuvieron los ladrillos del tratamiento T2 al que se adicionó 10 % de ceniza, alcanzando un valor de $f'b = 178 \text{ Kg/cm}^2$; sin embargo, el tratamiento T3 al que se adicionó 15 % de ceniza, generó una disminución de la resistencia inclusive por debajo de la resistencia del patrón, alcanzando 163 Kg/cm^2 .
- Se determinó que el uso de la ceniza en un porcentaje del 10 % del peso del cemento utilizado, mejora las propiedades físicas de los ladrillos de cemento, al mismo tiempo que eleva la resistencia a la compresión en un 6.85 % con respecto al ladrillo patrón.
- El uso de la ceniza obtenida de la combustión de cáscara de café genera producción de CO_2 , pero al mismo tiempo puede reciclarse como un aditivo para la fabricación de ladrillos de concreto, disminuyendo la acumulación de residuos que de otra manera incrementarían la contaminación en la ciudad de Jaén.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar cenizas de cáscara de café en una concentración de 10 % del peso del cemento utilizado en la fabricación de ladrillos porque mejora las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos obtenidos, recibiendo una clasificación de clase V o IV, los mismos que pueden ser utilizados como estructurales o muros portantes.
- Realizar más investigación con otras concentraciones de ceniza para afinar aún más la concentración óptima de ceniza y obtener mejores resultados. Así mismo continuar con la investigación con otras fuentes de cenizas de residuos agroindustriales que son utilizadas como fuentes de calor y producen cenizas que son arrojadas al medio ambiente.
- Se recomienda fomentar el uso de residuos agroindustriales como cenizas producidas de cáscara de café en la fabricación de ladrillos o concreto en general con el objetivo de mejorar las propiedades de los ladrillos de concreto y al mismo tiempo reciclar las cenizas disminuyendo la contaminación ambiental.

REFERENCIAS

Antico, Federico C.; Wiener, María J.; Araya-Letelier, Gerardo; Gonzalez Retamal, Raúl. 2017. *Eco-bricks: a sustainable substitute for construction materials [on line]*. Journal of Construction, Vol. 16. Núm. 3. Disponible en: <http://www.revistadelaconstruccion.uc.cl/index.php/RDLC/article/view/12784>

Arias Ortiz, Rosa Angélica y Meneses Cruz, Juan Daniel. 2016. *Caracterización físico-química de residuos agroindustriales (cascarilla de arroz y cascarilla de café) como materia prima potencial para la obtención de bioetanol, Laboratorios de Química UNAN-Managua I-II semestre 2016 [En línea]*. Facultad de Ciencias e Ingenierías, Departamento de Química, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua : Repositorio Institucional UNAN, 2016. pág. 122, Monografía para Optar al Título de Licenciado en Química Industrial. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/3793/1/53860.pdf>

Averardo Bianucci, Mario. 2009. *El ladrillo: Orígenes y desarrollo [En línea]*. Argentina : FAU-UNNE, 2009. Vol. 1. Disponible en: <https://arquitectologicofau.files.wordpress.com/2012/02/el-ladrillo-2009.pdf>

Barriga. 2008. *Propiedades físicas y químicas de las cenizas de cascarilla de café.* 2008.

Camacho, Adriana y Mena, María José. 2018. *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo artesanal [En línea]*. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador . Quito : Repositorio Institucional PUCE, 2018. pág. 105, Tesis de pregrado. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14548/TEISIS%20FINAL%20Adriana%20Camacho-Mar%c3%adaJos%c3%a9%20Mena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cardona Howard, Faber Snaider; Rengifo Rojas, Luis Alberto; Guarín Martínez, Juan Felipe; Mazo Castro, Daniel Guillermo; Abelaéz Pérez, Oscar

Felipe. 2020. *Evaluación de las propiedades mecánicas de ladrillos elaborados con residuos de vidrio y plástico. Análisis de las emisiones de dióxido de carbono [En línea].* Medellín. Lámpsakos, Núm. 24. págs. 60-73. Disponible en: <https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/3725/pdf>

Chica Urzola, Juan Angel y Gomez Pardo, Diana M. 2013. *La Ceniza de Cascarilla de Arroz como Aditivo de Bloques Estructurales [En línea].* España : editorial academica española, 2013. Vol. I. ISBN 968-18-0069-9. Disponible en: <https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/gb/book/978-3-659-07829-3/la-ceniza-de-cascarilla-de-arroz-como-aditivo-de-bloques-estructurales>

Díaz Vargas, Marisol y Fernández Pérez, Josmar Harold. 2019. *Influencia de la Adición de Ceniza de Cascarilla de Café en la Trabajabilidad y Resistencia a Compresión del Concreto [En línea].* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jaén. Jaén, Perú : Repositorio Institucional UNJ, 2019. Tesis de pregrado. Disponible en: <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/135>

El Boukili, Ghita; Ouakarrouch, Mohamed; Lechheb, Mahdi; Kifani-Sahban, Fatima; Khaldoune, Asmae. 2021. *Recycling of Olive Pomace Bottom Ash (by-Product of the Clay Brick Industry) for Manufacturing Sustainable Fired Clay Bricks.* July 21, 2021, Silicio. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12633-021-01279-x>

Farfán Córdova, Marlon Gastón y Pastor Simón, Hary Hernando. 2018. *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto.* Perú . UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, Vol. 7, Núm. 3, págs. 24 - 33. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5217/521758012002/521758012002.pdf>

Indhiradevi, P.; Manikandan, P.; Rajkumar, K.; Logeswaran, S. 2020. A comparative study on usage of cowdung ash and wood ash as partial replacement in flyash brick. [aut. libro] KPR Institute of Engineering and Technology. [ed.] Lee Chang Chuan ijayan V. *Materials Today: Proceedings.* Coimbatore : Elsevier, 2020, Vol. 37, págs. 1190-1194. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320348288>

Isan, Ana. 2018. Ladrillos ecológicos: qué son, tipos y ventajas. *Ecología verde*. [En línea] 2018. <https://www.ecologiaverde.com/ladrillos-ecologicos-que-son-tipos-y-ventajas-456.html>.

Jara Rodriguez, Ruth Haydee y Palacios Ambrocio, Rocio Denise. 2015. *Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto [En línea]*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Santa. Chimbote : Repositorio Institucional de UNS, 2015. Tesis de Pregrado. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2715/42983.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Johal, Jessica. 2020. Everything you Need to Know about Bricks. *Building Materials*. [En línea] 2020. <https://www.buildingmaterials.co.uk/nuts-and-bolts/product-data-information/properties-of-bricks>.

Kumar, Aneel; Kumar, Rabinder; Das, Vishan; Ashfaque Ahmed, Jhatial; Tauha Hussain, Ali. 2021. Assessing the structural efficiency and durability of burnt clay bricks incorporating fly ash and silica fume as additives. *Construction and Building Materials*. Pakistan : Elsevier, 2021, Vol. 310. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821029767>

Karya Sinulingga; Makmur Sirait; Alkhafi Maas Siregar. 2018. *Addition of Nano Particles Effect of Rice Husk Ash as a Mixture On The Bricks Strength*. Indonesia : s.n., 2018, Journal of Physics: Conference Series, págs. 1 - 9. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1120/1/012090/pdf>

Maza-Ignacio, Olivia Teresa; Jiménez-Quero, Víctor Guillermo; Guerrero-Paz, Jaime; Montes-García, Pedro. 2020. *Recycling untreated sugarcane bagasse ash and industrial wastes for the preparation of resistant, lightweight and ecological fired bricks*. Mexico : s.n., 2020, Construction and Building Materials, Vol. 234. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819327667>

Molocho Tiquillahuanca, Jhenfer y Rodríguez Chumbe, Delia Margarita. 2020. *Adición de la cascarilla de café y sus cenizas para Mejorar la resistencia a la*

compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², en las viviendas económicas de Moyobamba – 2020. Facultad de ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Trujillo : Repositorio Institucional UCV, 2020. pág. 141, Tesis de pregrado. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55350>

Morillos Verástegui, Janeth Vanessa. 2021. *Influencia de la adición de cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto.* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : Repositorio Institucional UNC, 2021. pág. 152, Tesis de Pregrado. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/4143/Vanessa%20Morillos.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Muñoz Gutiérrez de Aguilar, Mayra Consuelo. 2017. *Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cascara de arroz.* Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Cajamarca : Repositorio Institucional UPN, 2017. Tesis de pregrado. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12675>

NTP-399.601. 2006. *Unidad de albañilería.* Lima : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006. Vol. I. ISBN 968-18-0069-9.

NTP-399-601. 2015. *Unidad de albañilería de concreto.* Lima, Perú : INACAL, 2015.

NTP-E-070-MV. 2006. *Albañilería.* Lima, Perú : Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006. Vol. I. ISBN 968 - 18 - 0069 - 9.

Obregon Cruz, Anthony Richard. 2019. *Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto, Sustituyendo un 15% al Cemento, por Arcilla en un 10% y Cenizas de Hoja de Schinus (MOLLE) en un 5% [En Línea].* Facultad de Ingeniería , Universidad de San Pedro. Chimbote : Repositorio Institucional USP, 2019. pág. 140, Tesis de Pregrado. Disponible en: http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8042/Tesis_59807.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Prabhu, P, Ramesh, S y Archana, M. 2019. *An Experimental Study on Bricks by Partial Replacement of Bagasse Ash.* International Research Journal of Multidisciplinary Technovation, Vol. 1, págs. 258-265. Disponible en <https://journals.asianresassoc.org/index.php/irjmt/article/view/242/201>

Quispe Terrones, Elías, Vegas Chuquizuta, Francisco Temístocles. 2019. *Evaluación de la influencia de ceniza de biomasa en el ladrillo para muros portantes en la ciudad de Tarapoto – 2018.* Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo. Tarapoto : Repositorio Institucional UCV, 2019. pág. 119, Tesis de Pregrado. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39506>

Ramos Veintemilla, Carlos Enrique y Solórzano Rodríguez, Gilberh Jampier. 2018. *Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018.* Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo. Trujillo : Repositorio Institucional UCV, 2018. pág. 200, Tesis de Pregrado. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31441>

Rosas García, Manuel. 2020. *Comparación de la resistencia en Kg/Cm² del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara de café como sustituto porcentual del agregado fino.* Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas : Repositorio Institucional UNTRM, 2020. pág. 70, Tesis de Pregrado. Disponible en: <http://181.176.222.66/handle/UNTRM/2108>

Salazar, C Jaime. 2005. *Dosificación de hormigones ligeros con cascara de cafe.* colombia : univeridad de colombia, 2005.

Sánchez Vásquez, Elver, Leiva Piedra, Jorge Luis y Monteza Arbulú, Cesar Augusto. 2021. *Elaboration and Characterization of Bricks Made with Addition of Calcined Rice Husk.* Revista Facultad de Ingeniería, Vol. 30. ISSN-e 0121-1129. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8123190>

SENCICO. 2005. *Albañilería.* Lima : SENCICO, 2005. Vol. I. ISBN 968-18-0069-9.

Shofi'ul Amin, M; Mirza Ghulm, R; Galang; Rysmayang. 2018. *Utilization of Fly And Rice Husk Ashes Waste in The Making of Lightweight Brick in Supporting Construction Materials in Banyuwangi.* [ed.] Bali Politeknik Negeri. 3, Banyuwangi, Indonesia : s.n., 2018, Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika, Vol. 18, págs. 109 – 114. 2580-5630. Disponible en: <https://doaj.org/article/88cea920ae504df496fc9f582fd21fc6>

Viera Rodriguez, Juan David y Angulo Zabala, Obed. 2020. *Evaluación del efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concretos simples.* Facultad de Ingeniería , Universidad de Córdoba. Montería : Repositorio Universidad de Córdoba, 2020. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2593>

Villavicencio. 2005. *Ceniza de la cascarilla de café.* 2005.

Voisniene, Violeta; Kizinievic, Olga; Kizinievic, Viktor. 2019. *Feasibility Study of Using Clay Bricks Made from Municipal Solid Waste Incinerator (Mswi) Fly Ash.* s.l. : IOP Publishing, 2019. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 603. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/603/2/022058/pdf>

Zhang, L. 2013. *Production of bricks from waste materials-a review [En Línea].* 2013, Construction and Building Materials, Vol. 47, págs. 643 - 655. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.043>

Zhu, Zehua; Cheng, Cheng; Zhu, Debin; Liu, Dewen; Zhang, Yafei. 2020. *Compressive strength and microstructure of modified coffee exocarp cement-based composites.* Journal BioResources, Vol. 15, Num. 4. Disponible en: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/compressive-strength-and-microstructure-of-modified-coffee-exocarp-cement-based-composites/>

ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)

Nosotros, **Sandoval Melendres Geyner** y **Huaman Melendres Marlon Aquiles**, alumnos de la facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Cesar Vallejo Sede Trujillo (filial o sede), declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de investigación / “Efecto de la adición de ceniza de cascara de café en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto”, son:

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

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

Trujillo, 17/12/2021

Sandoval Melendres GEYNER.

Huaman Melendres Marlon A.

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variable

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	“Es un material que se consigue mediante la incineración de la cáscara de café la cual constituye cerca del 6% del café seco de trilla y tiene un 12% de humedad” (Salazar, 2005, pág. 1).	Material mineral de origen vegetal, rico en óxidos de silíceo, aluminio, calcio entre otros que le confieren propiedades cementantes naturales, pudiendo generar unión de elementos minerales, su efecto está en relación a la concentración en la que se usa, ya sea para enriquecer al cemento portland como cenizas volantes naturales de origen orgánico o como reemplazo del mismo.	Dosificación	Porcentajes de 05%,10%, 15% del peso del material	De razón
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	“La resistencia a la compresión es el esfuerzo que ofrece el ladrillo cuando se le aplica una carga en una máquina denominada prensa, donde el émbolo o cabezal superior de la prensa aplica la carga a una velocidad de 1.25 mm.min ⁻¹ , aunque también se puede optar por aplicar la carga de manera controlada hasta que se produzca la rotura del ladrillo, esta debe suceder en un lapso de tres a cinco minutos” (SENCICO, 2005, p. 43)	La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto es el esfuerzo que ofrece la unidad de albañilería frente a una carga en el sentido de su eje de altura, se expresa en Megapascales, o Kg/cm ² .	Resistencia a la compresión	Resistencia en Kg/cm ²	De razón

Anexo 4. Panel fotográfico



Figura 9. Pesado de materiales y preparación de la mezcla para la fabricación de ladrillos de concreto



Figura 10. Fabricación de ladrillos de concreto



Figura 11. Medición de alabeos y variación dimensional de los ladrillos de concreto



Figura 12. Medición de absorción y eflorescencia de los ladrillos de concreto

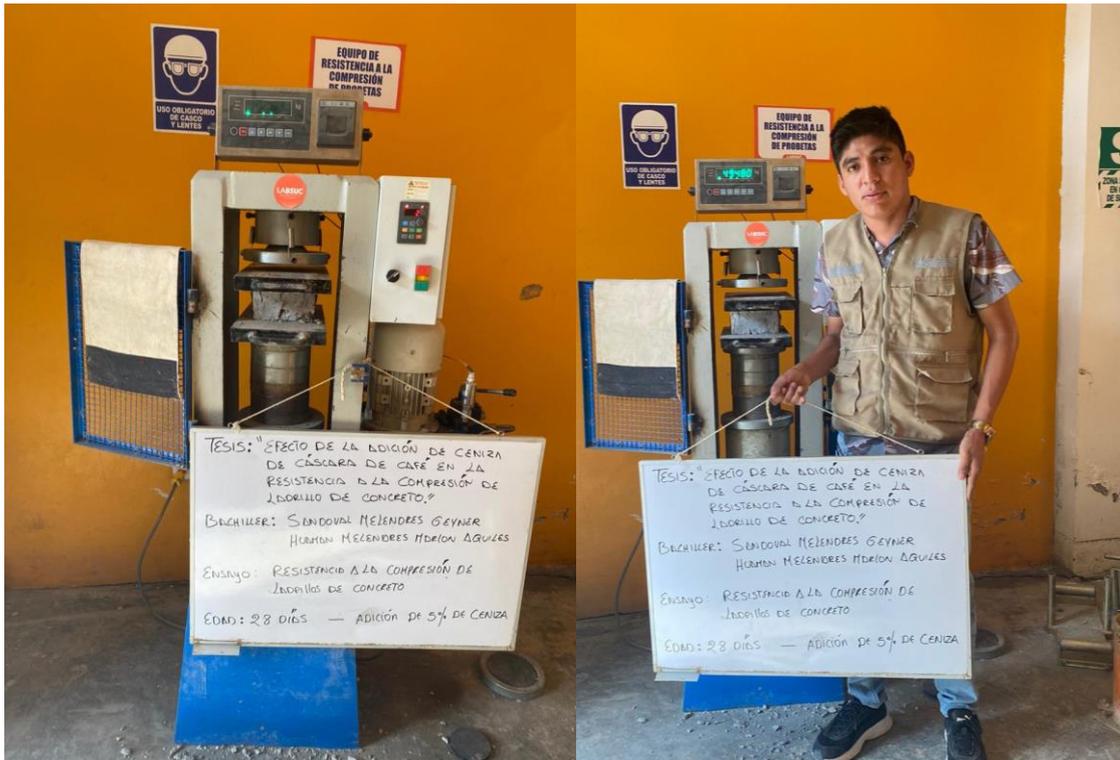


Figura 13. Medición de la resistencia mecánica a la compresión de los ladrillos de concreto

Anexo 5. Instrumento de recolección de datos

Anexo 5.1. Certificados de análisis de agregados, diseño de mezcla y ensayos de resistencia a la compresión de probetas.

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO"			BACHILLER: SANDOVAL MELENDRES GEYNER - HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES
	PORTADA	LSP21 – DM - 066	FECHA	OCTUBRE - 2021

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

TESIS:

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE
CÁSCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO”**

BACHILLER:

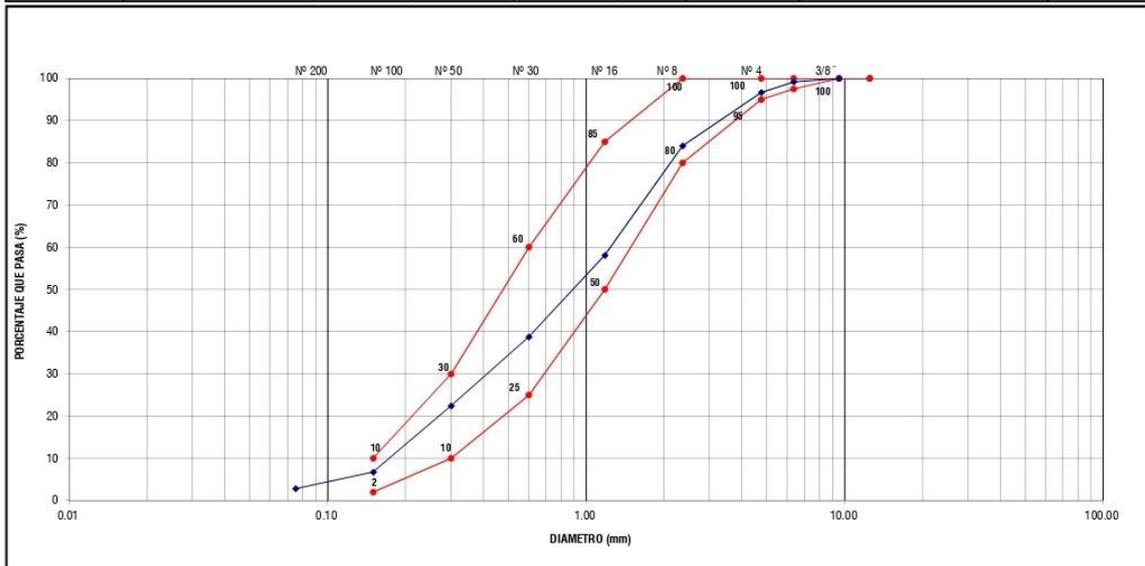
- SANDOVAL MELENDRES GEYNER**
- HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES**

JAEN, CAJAMARCA, OCTUBRE - 2021

		LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS			CODIGO:	LSP21 - DM - 066	
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL		
TESIS:	*EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO*				JEFE DE CALIDAD:	JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ	
UBICACION:	DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGION: CAJAMARCA				TECNICO DE LAB:	JHONATAN HERRERA BARAHONA	
BACHILLER:	SANDOVAL MELENDRÉS GEYNER - HUAMAN MELENDRÉS MARLON AQUILES				ASISTENTE DE LAB:	ARODY CIEZA ROMERO	
DATOS DEL MUESTREO					DATOS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS		
CANTERA Y/O OTRO:	MANUEL OLANO	FECHA:	OCTUBRE - 2021	USO:	AG. FINO PARA LADRILLOS DE CONCRETO	FRECUENCIA:	- m3
					LUGAR DE MUESTREO:	CANTERA	

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
A.S.T.M. C 136**

FRACCION	TAMIZ		P.RET PARCIAL	PORCENT RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. ACUM	% QUE PASA	ESPECIFICACION A.S.T.M. C 33 % QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) A.S.T.M. C 566		
	Nº	ABERTURA(mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		2000.00
	2 1/2"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1952.00
	2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.0	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.46
	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.0	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 A.S.T.M. C 117		
	1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO INICIAL SECO (gr)		500.00
	3/4"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)		486.00
	1/2"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.0	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)		2.80
	3/8"	9.50	0.0	0.00	0.0	100.0	100	CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO		
	1/4"	6.35	4.10	0.82	0.8	99.18	-	PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)		
FRACCION FINA	Nº 4	4.75	12.60	2.52	3.3	96.66	95-100	PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)		1662.00
	Nº 8	2.36	63.20	12.64	16.0	84.02	80-100	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)		1726.00
	Nº 16	1.18	129.50	25.90	41.9	58.12	50-85	ABSORCION (%)		1.52
	Nº 30	0.60	96.60	19.32	61.2	38.80	25-60	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.46
	Nº 50	0.30	81.80	16.36	77.6	22.44	10-30	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200		2.80
	Nº 100	0.15	78.50	15.70	93.3	6.74	2-10	EQUIVALENTE DE ARENA		-
	Nº 200	0.075	19.70	3.94	97.2	2.80	-	MODULO DE FINURA (MF)		2.93
	CAZOLETA	--	14.0	2.80	100.0	0.00				
	TOTAL		500.00							



D60 =	1.30	D30 =	0.44	D10 =	0.17
Cu =		7.65	Cc =		0.88

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMETRICO "C", DE LA NORMA A.S.T.M. C 33-93a. Y LA NORMA N.T.P. 400.37 Y TIENE UN MODULO DE FINURA DE 2.93.


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 Jhonatan Herrera Barahona
 TECNICO LABORATORISTA

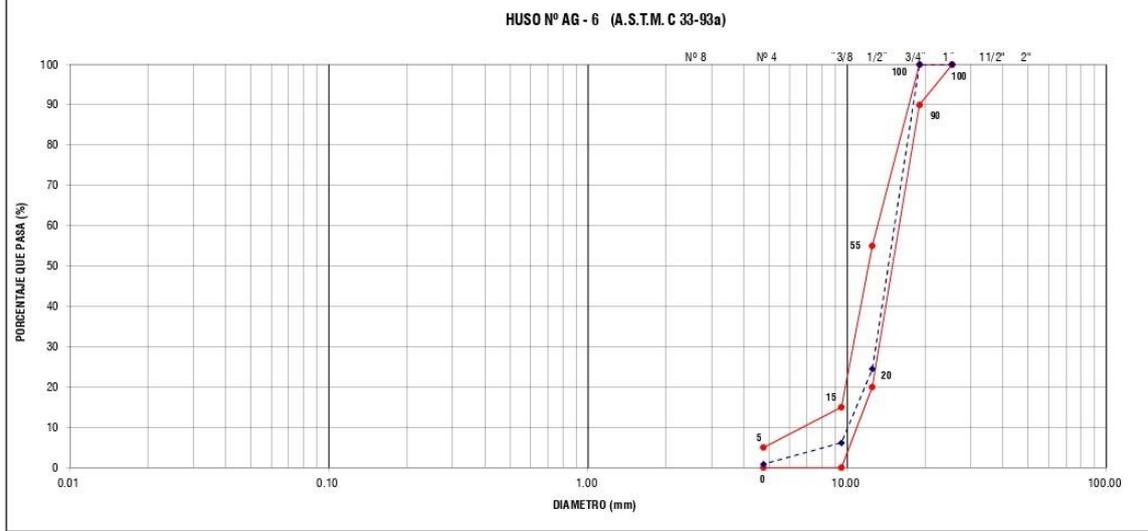

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

		LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS			CODIGO:	LSP21 - DM - 066	
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL		
TESIS:	*EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO*				JEFE DE CALIDAD:	JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ	
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAEN; PROVINCIA: JAEN; REGION: CAJAMARCA				TECNICO DE LAB:	JHONATAN HERRERA BARAHONA	
BACHILLER:	SANDOVAL MELENDRES GEYNER - HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES				ASISTENTE DE LAB:	ARODY CIEZA ROMERO	
DATOS DEL MUESTREO					DATOS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS		
CANTERA Y/O OTRO:	MANUEL OLANO	FECHA:	OCTUBRE - 2021	USO:	CONFITILLO PARA LADRILLOS DE CONCRETO	FRECUENCIA:	- m3
					LUGAR DE MUESTREO:	CANTERA	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
A.S.T.M. C 136

FRACCION	TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICACION HUSO AG - 6 PORCENTAJE QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) A.S.T.M. C 566		
	N°	ABERTURA (mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	9016.00	
	2 1/2"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	8948.00	
	2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.76	
	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 A.S.T.M. C 117		
	1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	100	PESO INICIAL SECO (gr)	5900.00	
	3/4"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00	90 - 100	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)	5658.00	
	1/2"	12.50	4453.0	75.47	75.5	24.53	20 - 55	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%)	0.71	
	3/8"	9.50	1081.0	18.32	93.8	6.20	0 - 15	CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO		
	N° 4	4.75	312.0	5.29	99.1	0.92	0 - 5	PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)	2.76	
FRACCION FINA	N° 8	2.36	11.8	0.20	99.3	0.72	-	PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	1469.00	
	N° 16	1.18	0.0	0.00	99.3	0.72	-	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)	1563.00	
	N° 30	0.60	0.0	0.00	99.3	0.72	-	ABSORCION (%)	0.84	
	N° 50	0.30	0.0	0.00	99.3	0.72	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.76	
	N° 100	0.15	0.0	0.00	99.3	0.72	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200	0.71	
	N° 200	0.075	0.2	0.00	99.3	0.71	-	ABRASION LOS ANGELES (%)	22.33	
	CAZOLETA	-	42.00	0.71	100.0	0.00	-	MODULO DE FINURA (Mg)	6.89	
	TOTAL	-	5900.0							



D60 =	16.00	D30 =	14.00	D10 =	10.00	
Cu =		1.60		Cc =		1.23

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE CON EL USO GRANULOMETRICO N° AG - 6, TABLA N° 505 - 04 (EG - 2013), DE LA NORMA A.S.T.M. C 33-93a. Y LA NORMA N.T.P. 400.37 Y TIENE UN MODULO DE FINURA DE 6.89.

LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO"			BACHILLER: SANDOVAL MELENDRES GEYNER - HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES
	INFORME	LSP21 – DM - 066	FECHA	OCTUBRE - 2021

INFORME TÉCNICO F'C = 145 KG/CM2

TESIS: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO"
BACHILLER: SANDOVAL MELENDRES GEYNER
 HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES
CANTERA (Agregado fino): MANUEL OLANO
CANTERA (Confillo): MANUEL OLANO

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

1.1.	<u>AGREGADO FINO</u>	:	ARENA
	PESO ESPECIFICO DE MASA	:	2.60 gr/cm ³
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1662 Kg/m ³
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1726 Kg/m ³
	HUMEDAD NATURAL	:	2.46 %
	ABSORCION	:	1.52 %
	MODULO DE FINURA (Mf)	:	2.93
	MATERIAL FINO QUE PASA TAMIZ N° 200	:	2.80 %
1.2.	<u>AGREGAD</u>	:	CONFITILLO
	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	:	-
	PESO ESPECIFICO DE MASA	:	2.76 gr/cm ³
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1469 Kg/m ³
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1563 Kg/m ³
	HUMEDAD NATURAL	:	0.76 %
	ABSORCION	:	0.84 %
	MODULO DE FINURA (Mg)	:	6.89
	MATERIAL FINO QUE PASA TAMIZ N° 200	:	0.71 %
	ABRASION LOS ANGELES	:	22.33



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonny Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO"			BACHILLER: SANDOVAL MELENDRES GEYNER - HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES
	INFORME	LSP21 – DM - 066	FECHA	OCTUBRE - 2021

1.3. CEMENTO

- CEMENTO ADICIONADO A.S.T.M. C-1157 TIPO I
- PESO ESPECIFICO: 3.15 gr/cm³

2. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- ESTRUCTURAS : LADRILLOS
- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE DISEÑO : $f'c = 145 \text{ Kg/cm}^2$ (28 Dias).
- RESISTENCIA A COMPRESION PROMEDIO : $f'cr = f'c + 7.0 = 29.5 \text{ MPa}$ (28 Dias).
Según Código A.C.I. 318.
- ASENTAMIENTO : 1" a 3".

3. CANTIDAD DE MATERIAL POR M³ DE CONCRETO

3.1 MATERIALES DE DISEÑO POR M³

- CEMENTO : 260 Kg.
- AGREGADO FINO SECO : 886 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 940 Kg.
- AGUA DE MEZCLA : 216 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : $\pm 2.0 \%$

3.2 MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M³

- CEMENTO : 260 Kg.
- AGREGADO FINO HUMEDO : 908 Kg.
- AGREGADO GRUESO HUMEDO : 948 Kg.
- AGUA EFECTIVA : 208.4 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : $\pm 2.0 \%$

4. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

PROPORCIONAMIENTO EN PESO

1 : 3.49 : 3.64 / 34.10 Lt/bolsa.

PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

1 : 3.08 : 3.69 / 34.10 Lt/bolsa.





PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO



TESIS:

“EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO”

JAÉN - CAJAMARCA, NOVIEMBRE - 2021

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO*		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AGUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGO DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg/cm2)
CONCRETO PATRON	30/10/2021	7	32610	14.10	23.70	334.17	97.59
CONCRETO PATRON	30/10/2021	7	25430	14.00	23.60	330.40	76.97
CONCRETO PATRON	30/10/2021	7	30260	14.12	23.70	334.64	90.42

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonatan Herrera Barahona
 TECNICO LABORATORISTA


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO*		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AGUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGO DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg/cm2)
ADICION DEL 5% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	36600	14.20	23.80	337.96	108.30
ADICION DEL 5% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	25590	14.00	26.50	371.00	68.98
ADICION DEL 5% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	33220	14.30	23.60	337.48	98.44

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonatan Herrera Barahona
 TECNICO LABORATORISTA


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	"EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO"		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARAG DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	29400	14.00	23.50	329.00	89.36
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	43600	14.20	23.60	335.12	130.10
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	52230	14.10	23.70	334.17	156.30

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonatan Herrera Barahona
 INGENIERO CIVIL
 TECNICO LABORATORISTA


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	"EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO"		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARAG DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	34160	14.10	23.70	334.17	102.22
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	33220	14.00	23.60	330.40	100.54
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	30/10/2021	7	34280	14.20	23.50	333.70	102.73

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonatan Herrera Barahona
 INGENIERO CIVIL
 TECNICO LABORATORISTA


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	*EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO*		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGA DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
CONCRETO PATRON	06/11/2021	14	39760	14.20	23.50	333.70	119.15
CONCRETO PATRON	06/11/2021	14	50680	14.10	23.70	334.17	151.66
CONCRETO PATRON	06/11/2021	14	49570	14.10	23.60	332.76	148.97

OBSERVACIONES :	LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE
-----------------	---


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonatan Herrera Barahona
 TECNICO LABORATORISTA


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 218809

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	*EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO*		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGA DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 5% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	59510	14.10	23.60	332.76	178.84
ADICION DEL 5% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	58630	14.10	23.50	331.35	176.94
ADICION DEL 5% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	57420	14.30	23.50	336.05	170.87

OBSERVACIONES :	LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE
-----------------	---

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	"EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO"		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRÉS MARLON AGUILES – SANDOVAL MELENDRÉS GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CEIZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGA DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	44160	14.20	23.50	333.70	132.33
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	63160	14.30	23.70	338.91	166.42
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	44550	14.30	23.60	337.48	132.01

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 218503

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JHONATAN HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 218503

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	"EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO"		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRÉS MARLON AGUILES – SANDOVAL MELENDRÉS GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CEIZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGA DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	47850	14.10	23.60	332.76	143.80
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	46880	14.30	23.50	336.05	139.50
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	06/11/2021	14	40460	14.10	23.70	334.17	121.08

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 218503

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JHONATAN HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 218503

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	*EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO*		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEEN, PROVINCIA: JAEEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	Dieza Romero Arody

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARAG DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIENTO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
CONCRETO PATRON	20/11/2021	28	52400	14.30	23.60	337.48	155.27
CONCRETO PATRON	20/11/2021	28	46880	14.20	23.65	335.83	139.59
CONCRETO PATRON	20/11/2021	28	57440	14.40	23.70	341.28	168.31
CONCRETO PATRON	20/11/2021	28	65270	14.10	23.60	332.76	196.15
CONCRETO PATRON	20/11/2021	28	58180	14.20	23.60	335.12	173.61

OBSERVACIONES :	LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE
------------------------	---

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DMINO) CAJAMARCA - JAEEN - JAEEN EL: 969577841 - 975421091 - 91249392


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 218809


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 218809

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	*EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO*		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEEN, PROVINCIA: JAEEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	Dieza Romero Arody

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARAG DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIENTO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 05% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	34810	14.00	23.50	329.00	105.81
ADICION DEL 05% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	63650	14.10	23.60	332.76	191.28
ADICION DEL 05% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	46060	14.30	23.60	337.48	136.48
ADICION DEL 05% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	49480	14.20	23.50	333.70	148.28
ADICION DEL 05% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	48480	14.20	23.70	336.54	144.05

OBSERVACIONES :	LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE
------------------------	---


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 218809


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 218809

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	"EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO"		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGA DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	56010	14.20	23.50	333.70	167.85
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	70130	14.10	23.50	331.35	211.65
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	52530	14.00	23.60	330.40	158.99
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	72870	14.10	23.60	332.76	218.99
ADICION DEL 10% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	44230	14.20	23.50	333.70	132.54

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonatan Herrera Barahona
 INGENIERO CIVIL
 TECNICO LABORATORISTA


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 216909

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - EC - 087
	DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS:	"EFECTO DE LA ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE CAFE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO"		JEFE DE CALIDAD ::	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	HUAMAN MELENDRES MARLON AQUILES - SANDOVAL MELENDRES GEYNER		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
A.S.T.M. C 39

IDENTIFICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	CARGA DE ROTURA (kg)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA TOTAL DE ASIEN TO (cm2)	RESISTENCIA MAXIMA (kg./cm2)
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	55770	14.00	23.60	330.40	168.80
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	45570	14.00	23.60	330.40	137.92
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	51160	14.10	23.70	334.17	153.10
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	52040	14.30	23.50	336.05	154.86
ADICION DEL 15% DE CASCARA DE CAFE	20/11/2021	28	67420	14.20	23.70	336.54	200.33

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS HAN SIDO ALCANSADAS POR EL SOLICITANTE


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jhonatan Herrera Barahona
 INGENIERO CIVIL
 TECNICO LABORATORISTA


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Jenner Kimbel Ramos Diaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 216909