

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
“BENEDICTO XVI”
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ**
JUNÍN - 2025

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

AUTOR

Br. Pirca Gamboa, Josué Aarón

<https://orcid.org/0000-0001-7340-2543>

ASESORA

Ms. Gómez Macedo, Claudia Roxana

<https://orcid.org/0009-0005-8583-3021>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

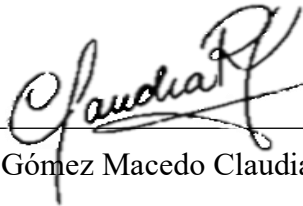
Infraestructura, edificaciones y construcción

TRUJILLO – PERÚ
2025

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Yo, Gómez Macedo Claudia Roxana con DNI N° 71994247, como asesora del trabajo de investigación titulado “**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ JUNÍN - 2025**”, desarrollado por el egresado Pirca Gamboa Josué Aarón con DNI 71374634; del Programa de estudios de Ingeniería Civil; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Ms. Gómez Macedo Claudia Roxana

Asesora

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. ROMY ANGÉLICA DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora Académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MS. BREITNER GUILLERMO DIAZ RODRIGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

Ante todo, a Dios, por darme la vida y la de mi familia y permitirme culminar mi carrera profesional enseñándome virtuales y principios para mi realización como buen ciudadano y exitoso en mi vida profesional.

A mis padres por todo el amor, el apoyo incondicional que me brindaron cada día y me demuestran, y de esta manera poder lograr mis metas propuestas y superar todos los obstáculos presentados en el transcurso de mi vida

A mi hija por su amor incondicional siendo mi gran motivo para salir adelante, en mis estudios universitarios, y que siempre estuvo en todo momento a mi lado.

Josué Aaron Pirca Gamboa

Autor

AGRADECIMIENTO

Ante todo, le agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad de realizar una meta mas en mi vida y seguir a paso firme a lado de mi familia y todos mis seres queridos en estos tiempos muy dificiles que hemos pasado, pero seguimos adelante con la frente en alto.

A mis padres por el apoyo constante y por todas las enseñanzas que siempre me han brindado y que siempre están motivándome, apoyándome y siempre juntos ante cualquier problema que me venga afrontando juntos como familia.

A mi hija por su amor incondicional siendo mi gran motivo para salir adelante, en mis estudios universitarios, y que siempre estuvo en todo momento a mi lado.

A nuestra prestigiosa Universidad Católica de Trujillo, por los estudios brindados u los docentes por todo el transcurso de la enseñanza brindado a mi persona.

A la Mg. Ing. Gómez Macedo Claudia Roxana, por ser un buena asesora y guía de mi trabajo de investigación muy agradecido.

Josué Aaron Pirca Gamboa

Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

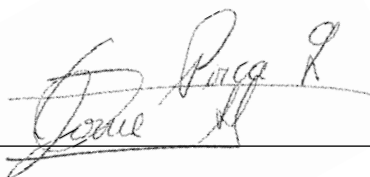
Yo, Pirca Gamboa Josué Aarón con DNI N.º 71374634, egresado del **Programa de estudios de Ingeniería Civil** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, doy fe de que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura** para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ JUNÍN - 2025”**, el cual consta de un total de **196 páginas**, incluyendo tablas y figuras y **89 páginas de anexos**.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** de la mencionada investigación y declaro, bajo juramento y en cumplimiento de los principios éticos, que el contenido del documento es **de mi exclusiva autoría** en cuanto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están debidamente sustentados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier omisión involuntaria en la citación de autores.

En este sentido, declaro/declaramos que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el presente trabajo se ha limitado exclusivamente a la mejora de la redacción y corrección de errores gramaticales y sintácticos, sin que ello haya influido en la generación del contenido, análisis o interpretación de los resultados de la investigación.

Del mismo modo, reconozco que cualquier vulneración a los derechos de autor derivada del presente trabajo será de mi exclusiva responsabilidad, asumiendo las consecuencias académicas y legales que pudieran derivarse conforme a la normativa vigente.

El autor



Pirca Gamboa Josué Aarón

DNI 71374634

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	6
ÍNDICE.....	7
RESUMEN	13
ABSTRACT	15
I. INTRODUCCIÓN	15
II. METODOLOGÍA	42
2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación.....	42
2.2. Participantes de la investigación	44
2.3. Escenario de estudio.....	45
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos	45
2.5. Técnica de procesamiento y análisis de información.....	47
2.6. Aspectos éticos en investigación.....	49
III. RESULTADOS.....	51
IV. DISCUSIÓN.....	92
V. CONCLUSIONES	96
VI. RECOMENDACIONES	98
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	104
Anexo 1: Instrumentos de recolección de datos	102
Anexo 2: consentimiento informado	103
Anexo 3: Matriz de consistencia	104
Anexo 4: Matriz de categorías y subcategorías / Cuadro de operacionalización de variables 106	
Anexo 5: Validación del instrumento	108
Anexo 6: Carta de presentación.....	113
Anexo 7: Reporte de Turnitin	114
Anexo 8: Informe técnico de Estudio de diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	115
Anexo 9: Análisis de costos unitarios.....	156
Anexo 10: Panel Fotográfico.....	164

Anexo 11: Plano de ubicación de Laboratorio “Ingeodinamica E.I.R.L.”	184
Anexo 12: Plano de Ubicación de “Cantera Mantari”	186
Anexo 13: Plano de Ubicación de “Molino Guadalupe - Satipo”	188

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de cemento de acuerdo a la norma ASTM C-150 y C – 595	27
Tabla 2: Propiedades Químicos del Cemento Portland	28
Tabla 3: Medición de rendimiento del concreto	30
Tabla 4: Granulometría del agregado fino	30
Tabla 5: Granulometría para el agregado grueso	31
Tabla 6: Límite de granulometría	31
Tabla 7: Producción de cascara de arroz	38
Tabla 8: Composiciones químicas de cascarilla de arroz	39
Tabla 9: Composición de la cascarilla de arroz	39
Tabla 10: Característica Fisicoquímicas de la cascarilla de arroz	40
Tabla 11: Cuadro de las propiedades mecánicas de CA	40
Tabla 12: Análisis granulométrico por tamizado (arena gruesa natural).....	51
Tabla 13: Peso unitario suelto del agregado fino.....	52
Tabla 14: Peso unitario varillado del agregado fino	53
Tabla 15: Granulometría del agregado fino por tamizado	53
Tabla 16: Ensayos efectuados de agregado fino	54
Tabla 17: Gravedad específica y Absorción de los agregados (arena gruesa natural).....	54
Tabla 18: Granulometría (agregado grueso) por tamiz (Piedra chancada).....	55
Tabla 19: Peso unitario del agregado grueso (Piedra chancada)	56
Tabla 20: Peso unitario compactado agregado grueso (Piedra chancada).....	56
Tabla 21: Granulometría del agregado grueso.....	57
Tabla 22: Ensayos efectuados de agregado grueso.....	57
Tabla 23: Agregado grueso (piedra chancada)	58
Tabla 24: Resultados obtenidos en la prueba de despiste de trabajabilidad para el concreto patrón.....	59
Tabla 25: Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el concreto con 0.5 % CCA.....	60
Tabla 26: Datos adquiridos en la prueba de pérdidas de trabajabilidades para el concreto con 1.5 % de CCA	61
Tabla 27: Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el concreto con 2.5% de CCA.....	62

Tabla 28: Pruebas de normalidad.....	63
Tabla 29: Tabla de Correlacional.....	64
Tabla 30: Prueba de dos factores Inter sujetos	65
Tabla 31: Comparaciones múltiples	65
Tabla 32: Dato obtenido a la comprensión en los 7 días	68
Tabla 33: Dato obtenido a la comprensión en 14 días.....	68
Tabla 34: Dato obtenido a la comprensión en 28 días.....	69
Tabla 35: Comparativo de esfuerzo mecánico (comprensión) en 28 días	70
Tabla 36: Pruebas de normalidad.....	71
Tabla 37: Ensayo de Homogeneidad de varianza.....	72
Tabla 38: ANOVA	73
Tabla 39: Resistencia a la comprensión a los 7 días.....	74
Tabla 40: Resistencia a la comprensión a los 14 días.....	74
Tabla 41: Resistencia a la comprensión a los 28 días.....	75
Tabla 42: Dato obtenido a la Flexión en 28 días	77
Tabla 43: Presentación comparativa de promedios de resistencia mecánica (flexión a los 28 días)	78
Tabla 44: Evaluación de normalidad	79
Tabla 45: Ensayo de semejanza de varianzas	80
Tabla 46: Anova.....	80
Tabla 47: Resistencia mecánica (flexión en 28 días).....	81
Tabla 48: Primeros producto del ensayos de resistencia mecánica (comprensión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) (Diseño Patrón)	82
Tabla 49: Primer producto del ensayo del resistencia mecánica (comprensión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 0.5 \% \text{CCA}$).....	84
Tabla 50: Primer producto del ensayo de resistencia mecánica (comprensión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 1.5 \% \text{CCA}$)	85
Tabla 51: Primer producto del ensayo de resistencia mecánica (comprensión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 2.5 \% \text{CCA}$).....	87
Tabla 52: Primer producto del ensayo de resistencia mecánica (flexión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patron).....	88
Tabla 53: Comparación de costos del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto al porcentaje de pavesa de cáscara de arroz.	90

Tabla 54: Matriz de consistencia	105
Tabla 55: Cuadro de operacionalización de variables	107

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Contenido de aire en concreto fresco	32
Figura N° 2: Temperatura del concreto	33
Figura N° 3: Consistencia en el concreto	33
Figura N° 4: Resistencia a la comprensión	34
Figura N° 5: Resistencia a la flexión de concreto	34
Figura N° 6: Resistencia a la tracción del concreto	35
Figura N° 7: Durabilidad en el concreto	35
Figura N° 8: Elasticidad de concreto en probetas.....	36
Figura N° 9: Propiedades del Concreto	36
Figura N° 10: Residuos en la construcción	37
Figura N° 11: Grano de Arroz.....	37
Figura N° 12: Pavesa de cascara de arroz	39
Figura N° 13: Mufla.....	41
Figura N° 14: Etapas de investigación	42
Figura N° 15: Curva granulométrica de agregado Fino (arena gruesa natural)	52
Figura N° 16: Curva granulométrica de agregado fino (Piedra chancada)	55
Figura N° 17: Primer gráfico de Prueba Slump.....	66
Figura N° 18: Segundo gráfico de Prueba Slump.....	66
Figura N° 19: Gráfico de medias a los 28 días de curado.....	75
Figura N° 20: Gráfico de medias resistencia mecánica (flexión en 28 días de curado).	81
Figura N° 21: Primeros productos del ensayo de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² Patrón).....	83
Figura N° 22: Segunda producto del resultados de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² Patrón).....	83
Figura N° 23: Primer producto de ensayo de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² + 0.5 % deCCA).....	84
Figura N° 24: Segundo producto del ensayo de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² +0.5 %CCA).....	85

Figura N° 25: Primero producto del ensayo de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² +1.5 %CCA).....	86
Figura N° 26: Segundo producto del ensayo de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² +1.5 %CCA).....	86
Figura N° 27: Primer producto del ensayo de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² + 2.5 %CCA).....	87
Figura N° 28: Segundo producto del ensayo de resistencia mecánica (compresión $F'c = 210$ Kg/cm ² + 2.5 %CCA).....	88
Figura N° 29: Primer producto del ensayo de resistencia mecánica (flexión $F'c = 210$ Kg/cm ² Patrón).....	89
Figura N° 30: Segundo producto del ensayo de resistencia mecánica (flexión $F'c = 210$ Kg/cm ² Patrón).....	89
Figura N° 31: Comparación de costos de concreto con respecto ala porcentaje de ceniza de cascara de arroz.	91

RESUMEN

La presente investigación, está basada al lineamiento de investigación de acuerdo a la Universidad Católica de Trujillo, Infraestructura, edificaciones y construcción, y se ha considerado como problema general ¿De qué manera las propiedades mecánicas del concreto mejorasen con la ceniza de cascara de arroz, Satipo, Junín – 2025?, tuvo como objetivo este trabajo de investigación efectuar el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con el uso de ceniza de cáscara de arroz, donde se da a conocer los resultados adicionando ceniza de cascara de arroz al concreto patrón $F'c=210$ kg/cm² en 0.5%, 1.5% y 2.5% parcialmente, en la ciudad de Satipo, basados en la normativa E.060 Concreto Armado, laboratorio de estudio suelos, concreto y pavimentos. Haciendo uso así de una metodología de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo y con un diseño experimental. Obteniendo, así como resultados que de acuerdo la composición química y finura de la ceniza de cascara de arroz realizado en los laboratorios de “Ingeodinamic E.I.R.L” revela un alto contenido de sílice (96.24 %). Este componente mineral significativo presente en las CCA explicaría por qué puede contribuir a mejorar la resistencia estructural del concreto lo que permite comprender mejor las características de este material y su potencial uso en diversas aplicaciones; en el estudio de la trabajabilidad del concreto se concluye que con un nivel significativo de 5 % que al adicionar en partes porcentuales de la mezcla en 0.5 % donde la ceniza de cascara de arroz alcanza una manejabilidad plástico incrementado un slump del 4” mejorando de forma representativa su operatividad, ya que esto a mayores cantidades reemplazo de CCA, menor porcentaje será la trabajabilidad y va disminuyendo significativamente; en el estudio de la comprensión se finaliza a un nivel de relevancia del 5 %, que a una edad de 7 días de curado, la adición en la mezcla seca del 0.5 % de ceniza de cascara de arroz CCA, perfeccionando de manera significativa con una resistencia a la comprensión de 222 kg/cm² del concreto habitual $F'c=210$ kg/cm²; en el estudio de la flexión se concluye que, a una edad de 28 días de curado, se puede observar que el diseño suplantado en el 0.5 % es mejor que el diseño de 0.5 % y 1.5 % añadiendo la CCA, mientras que al añadir las medias de la resistencia a la flexión continua estadísticamente iguales; en el estudio optimo que al incorporar ceniza de cascara de arroz 0,5 %, 1.5% y 2.5 % Junín – 2025, agregando al 0.5 % de CCA muestra un 222 kg/cm² del concreto tradicional $F'c=210$ kg/cm² respectivamente, y a los 28 días de muestra un 296 $F'c=210$ kg/cm² y a la flexión

de los 28 días muestra una resistencia del 0.5 % de CCA a un 44 kg/cm² y $F'_c=210$ kg/cm² es mejor que el diseño de 0.5 % y 1.5 % añadiendo la ceniza de cascara de arroz.

Palabras claves: Ceniza, Pavesa, Cascara de arroz, Concreto, Adición, Optimo, Mecánica.

ABSTRACT

This research is based on the research guidelines of the Catholic University of Trujillo, Infrastructure, buildings and construction, and has been considered as a general problem ¿How do the mechanical properties of concrete improve with rice husk ash, Satipo, Junín - 2025?, the objective of this research work was to improve the mechanical properties of concrete with the use of rice husk ash, where the results are presented by adding rice husk ash to the standard concrete $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ in 0.5%, 1.5% and 2.5% partially, in the city of Satipo, based on the E.060 Reinforced Concrete regulations, soil, concrete and pavement study laboratory. Thus making use of an applied type methodology with a quantitative approach and with an experimental design. Obtaining, as results that according to the chemical composition and fineness of the rice husk ash carried out in the laboratories of "Ingeodinamic E.I.R.L" reveals a high content of silica (96.24%). This significant mineral component present in the RHA would explain why this residue can contribute to improving the structural resistance of concrete, which allows a better understanding of the characteristics of this material and its potential use in various applications; in the study of the workability of concrete it is concluded that with a significant level of 5% that, the partial addition in the mixture of 0.5% of rice husk ash achieves a plastic workability increased by a slump of 4" significantly improves workability, so that in larger quantities replacement of rice husk ash lower percentage. workability will be affected and will decrease significantly; in the compression study it is concluded with a significance level of 5%, that at 7 days of curing, the addition in the dry mix of 0.5% of rice husk ash RHA, significantly improves with a compressive strength of 222 kg/cm^2 of traditional concrete $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$; in the flexural study it is concluded that, at 28 days of curing, it can be observed that the design replaced at 0.5% is better than the design of 0.5% and 1.5% adding rice husk ash while adding the averages of the flexural strength remain statistically the same; in the optimal study that when incorporating rice husk ash 0.5%, 1.5% and 2.5% Junín - 2025, adding 0.5% of RHA shows 222 kg/cm^2 of traditional concrete $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ respectively, and at 28 days it shows 296 $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ and at 28 days flexion shows a resistance of 0.5% of RHA to 44 kg/cm^2 and $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ is better than the design of 0.5% and 1.5% adding rice husk ash.

Keywords: Ash, Cinder, Rice husk, Concrete, Addition, Optimum, Mechanics.