



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Pillaca Sicha, Yulifer (orcid.org/0000-0002-8604-7912)

ASESOR:

Dr. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios, por guiarme a seguir por el camino correcto, por cuidarme, por brindarme la fuerza, sabiduría, por permitirme conocer profesores y amigos excelentes en especial a mi confidente Rosa R.M durante toda la etapa universitaria.

A mis padres Guillermo Pillaca Huarhuachi, Florisa Sicha Astohuayhua y mi Hermano Jorge Luis Pillaca Sicha y familiares por brindarme sus apoyos incondicionales en momentos difíciles y mostrarme el camino para seguir adelante en cada uno de mis metas propuestos.

Pillaca Sicha, Yulifer

Agradecimiento

Agradecer a la Universidad Cesar Vallejo y a toda la comunidad universitaria por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional, a los docentes por brindarme la orientación y conocimiento.

Agradecer al Dr. Choque Flores, Leopoldo por brindarme su apoyo, orientación y exigencia para obtener conocimientos nuevos durante el desarrollo de la investigación.

Mi más sincero agradecimiento a mis padres y familiares por sus apoyos incondicionales en los momentos más difíciles, así también a todas las personas que fueron participes en el proceso de desarrollo de la investigación y toda la etapa universitaria.

Pillaca Sicha, Yulifer.

Índice de contenidos

| | |
|------------------------------|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de tablas | vii |
| Índice de figuras | ix |
| Índice de abreviaturas | x |
| Resumen | xii |
| Abstract | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. METODOLOGÍA | 13 |
| III. RESULTADOS | 30 |
| IV. DISCUSIÓN | 56 |
| VI. CONCLUSIONES | 58 |
| VII. RECOMENDACIONES | 60 |
| VIII. REFERENCIAS | 61 |
| ANEXOS | |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Información relevante de los antecedentes | 9 |
| Tabla 2. Cantidad de ensayos para evaluar la resistencia a compresión | 16 |
| Tabla 3. Cantidad de ensayos para evaluar la resistencia a flexión..... | 16 |
| Tabla 4. Cantidad de ensayos para evaluar el asentamiento | 16 |
| Tabla 5. Normas para los ensayos de la investigación | 18 |
| Tabla 6. Análisis granulométrico – agregado fino..... | 30 |
| Tabla 7. Análisis granulométrico – agregado grueso | 32 |
| Tabla 8. Peso unitario – agregado fino en estado suelto | 33 |
| Tabla 9. Peso unitario – agregado fino en estado compacto..... | 34 |
| Tabla 10. Peso unitario – agregado grueso en estado suelto..... | 35 |
| Tabla 11. Peso unitario – agregado grueso en estado compacto | 35 |
| Tabla 12. Gravedad específica y absorción – agregado fino..... | 36 |
| Tabla 13. Gravedad específica y absorción – agregado grueso | 37 |
| Tabla 14. Diseño de mezcla del concreto con y sin adición | 38 |
| Tabla 15. Ensayo de revenimiento del concreto con y sin adición | 38 |
| Tabla 16. Esfuerzo a compresión al sétimo día | 39 |
| Tabla 17. Esfuerzo a flexión al sétimo día | 40 |
| Tabla 18. Esfuerzo a compresión al décimo cuarto día | 41 |
| Tabla 19. Esfuerzo a flexión al décimo cuarto día | 42 |
| Tabla 20. Esfuerzo a compresión al vigésimo octavo día | 43 |
| Tabla 21. Esfuerzo a flexión al vigésimo octavo día..... | 44 |
| Tabla 22. Test de normalidad del asentamiento | 45 |
| Tabla 23. ANOVA del asentamiento | 46 |
| Tabla 24. Post-Hoc de HSD Tukey de asentamiento | 47 |
| Tabla 25. Medias de asentamiento..... | 47 |
| Tabla 26. Test de normalidad del esfuerzo a compresión | 49 |
| Tabla 27. ANOVA del esfuerzo a compresión | 50 |
| Tabla 28. Post-Hoc de HSD Tukey de esfuerzo a compresión | 50 |
| Tabla 29. Medias de esfuerzo a compresión | 51 |
| Tabla 30. Test de normalidad del esfuerzo a flexión | 52 |
| Tabla 31. ANOVA del esfuerzo a flexión | 53 |
| Tabla 32. Post-Hoc de HSD Tukey de esfuerzo a flexión | 54 |

| | |
|---|----|
| Tabla 33. Medias de esfuerzo a flexión | 54 |
|---|----|

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa conceptual del procedimiento realizado | 19 |
| Figura 2. Materiales sin procesar: (a) Hoja de coca (b) Fibra de acero..... | 20 |
| Figura 3. Tamizado de (a) cenizas de hojas de coca y (b) fibras de acero | 20 |
| Figura 4. Obtención de los agregados convencionales (a) finos y (b) gruesos.... | 21 |
| Figura 5. Los agregados y su granulometría de (a) finos y (b) gruesos | 21 |
| Figura 6. Humedad en el agregado (a) grueso (b) fino..... | 22 |
| Figura 7. Humedad presente en el agregado (a) fino y (b) grueso | 22 |
| Figura 8. P.U al compacto de los agregados (a) finos y (b) gruesos | 23 |
| Figura 9. Prueba en agregado fino de (a) gravedad específica y (c) absorción.. | 24 |
| Figura 10. Prueba en A. G. de (a) gravedad específica y (b) absorción..... | 24 |
| Figura 11. Elaboración del concreto (a) patrón (b) experimental | 25 |
| Figura 12. Asentamiento del patrón (a) Muestra 1 (b) Muestra 2 (c) Muestra 3 .. | 25 |
| Figura 13. Colocado del concreto en los moldes | 26 |
| Figura 14. Ensayos de esfuerzo compresión en (a) patrón (b) experimental..... | 27 |
| Figura 15. Ensayos de esfuerzo a flexión en (a) patrón (b) experimental | 27 |
| Figura 16. Granulometría del agregado fino..... | 31 |
| Figura 17. Granulometría del agregado grueso..... | 33 |
| Figura 18. Comparativa del PUS y PUC del agregado fino | 34 |
| Figura 19. Comparativa del PUS y PUC del agregado grueso | 36 |
| Figura 20. Comparativa de la absorción del agregado fino y grueso..... | 37 |
| Figura 21. Comparativa de las muestras en asentamiento | 39 |
| Figura 22. Esfuerzo a compresión al sétimo día | 40 |
| Figura 23. Esfuerzo a flexión al sétimo día..... | 41 |
| Figura 24. Esfuerzo a compresión al décimo cuarto día..... | 42 |
| Figura 25. Esfuerzo a flexión al décimo cuarto día | 43 |
| Figura 26. Esfuerzo a compresión al vigésimo octavo día | 44 |
| Figura 27. Esfuerzo a flexión al vigésimo octavo día..... | 45 |
| Figura 28. Gráfico de intervalos de asentamiento..... | 48 |
| Figura 29. Gráfico de intervalos de esfuerzo a compresión | 51 |
| Figura 30. Gráfico de intervalos de esfuerzo a flexión..... | 55 |

Índice de abreviaturas

| | |
|--------------------------|---|
| CHC | : Ceniza de Hoja de Coca |
| FA | : Fibra de Acero |
| CR | : Concreto Referencial |
| f'c | : Resistencia a Compresión |
| MPA | : Mega Pascales |
| NTP | : Norma Técnica Peruana |
| ASTM | : American Society for Testing and Material |
| ACI | : American Concrete Institute |
| Kg/cm² | : Kilogramos por centímetro cuadrado |
| Psi | : Pound per Square Inch |
| Kg/cm³ | : Kilogramos por centímetro cubico |
| CO2 | : Dióxido de Carbono |
| Gr. | : Gramos |
| Ge | : Grupo Experimental |
| Gc | : Grupo Control |
| TM | : Tamaño Máximo |
| TMN | : Tamaño Máximo Nominal |
| MF | : Módulo de Finura |

Índice De Anexos

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

Anexo N° 2. Matriz de operacionalización

Anexo N° 3. Turnitin de investigación

Anexo N° 4. Certificados del laboratorio

Anexo N° 5. Ficha técnica del cemento

Anexo N° 6. Constancia de validación

Anexo N° 7. Validación de expertos

Anexo N° 8. Panel fotográfico

Anexo N° 9. Resultados de laboratorio

Resumen

Esta investigación tiene como título: “Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos”, del cual, planteó como finalidad de estudio optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos incorporando cenizas de hoja de coca y fibras de acero, asimismo, el estudio comprendió una metodología tipo aplicada y diseño experimental, en donde se evaluó el concreto con distintas dosificaciones de cenizas de hojas de coca y fibras de acero, estas fueron las siguientes: G01 (1.75% FC + 1.75% FA), G02 (2.50% FC + 2.50% FA), G03 (1.75% FC + 2.50% FA) y G04 (2.50% FC + 1.75% FA), en el ensayo de esfuerzo a flexión obtuvo los siguientes resultados: La muestra de referencia obtuvo 53.2 kg/cm², mientras que las muestras experimentales obtuvieron 49.13 kg/cm², 53.47 kg/cm², 51.37 kg/cm² y 48.4 kg/cm², en el ensayo de esfuerzo a compresión obtuvo los siguientes resultados: La muestra de referencia obtuvo 302.83 kg/cm², mientras que las muestras experimentales obtuvieron 331.70 kg/cm², 310.43 kg/cm², 304.67 kg/cm² y 320.63 kg/cm², y en el ensayo de asentamiento obtuvo los siguientes resultados: La muestra de referencia obtuvo 3.83”, mientras que las muestras experimentales obtuvieron 2.83”, 1”, 2” y 1.75”.

Palabras clave: Fibras de acero, ceniza de hoja de coca, concreto, flexión, compresión.

Abstract

This research is titled: "Coca leaf ash and steel fibers to optimize the flexural and compressive strength of concrete in rigid pavements", of which the purpose of the study was to optimize the flexural and compressive strength of concrete in pavements. rigid incorporating coca leaf ash and steel fibers, likewise, the study included an applied methodology and experimental design, where the concrete was evaluated with different dosages of coca leaf ash and steel fibers, these were the following: G01 (1.75% HR + 1.75% FA), G02 (2.50% HR + 2.50% FA), G03 (1.75% HR + 2.50% FA) and G04 (2.50% HR + 1.75% FA), in the stress test flexural obtained the following results: The reference sample obtained 53.2 kg/cm², while the experimental samples obtained 49.13 kg/cm², 53.47 kg/cm², 51.37 kg/cm² and 48.4 kg/cm², in the compressive stress test obtained the following results: The reference sample obtained 302.83 kg/cm², while the experimental samples obtained 331.70 kg/cm², 310.43 kg/cm², 304.67 kg/cm² and 320.63 kg/cm², and in the settlement test the results were obtained: The reference sample obtained 3.83", while the experimental samples obtained 2.83", 1", 2" and 1.75".

Keywords: Steel fibers, coca leaf ash, concrete, flexural, compression.

I. INTRODUCCIÓN

En el sector internacional, en la actualidad uno de los materiales principales en la industria de las obras de pavimentos rígidos es el concreto, en relación a ello y de acuerdo a diversos estudios efectuados se ha demostrado que el concreto utilizado en la actualidad no fue lo suficientemente óptimo para ser empleado en estructuras viales, presentándose fallas en sus estructuras, esto fue debido a que el concreto no había sido preparado resistir las cargas ejercidas por los vehículos actuales, a razón de que fue diseñado para un tráfico menor a la que fue sometido con el transcurrir del tiempo, asimismo si bien el conglomerado se identifica por poseer un alto esfuerzo compresor, no obstante la resistencia a flexión aun presenta deficiencias mecánicas, por consiguiente, en las últimas décadas se han ejecutado diversos estudios con la intención de optimar las características mecánicas del material para ser empleado en pavimentos rígidos, no obstante, los resultados obtenidos no fueron lo suficientemente óptimos (Hatmoko y Lendra, 2021, p. 4).

Así mismo Yung, Rondón, y Córdoba (2022) en su estudio realizado en la ciudad de San José de Cúcuta, en Colombia señalaron que el pavimento de las principales vías de comunicación estuvieron constantemente expuestos a un alto nivel de carga que actuaron de manera constante y debido a esto, los principales problemas que surgieron con frecuencia involucraron fisuras en el pavimento, esto a causa de que los materiales no fueron dosificados adecuadamente durante el proceso de mezcla, así como también el mal manejo de los materiales de construcción, y que en algunos casos los problemas manifestados se relacionaron con un mal cálculo del índice diario anual de vehículos que transitaron por el lugar, lo que ocasionaron fisuras, agrietamientos, deformaciones en las estructuras, a este problema sumado el aumento del crecimiento poblacional generó una disminución en la vida útil del pavimento (p. 3).

En base a los problemas mencionados Teixeira, Camões y Branco (2022) en su estudio realizado en Minho, Portugal expusieron que, en relación a los problemas manifestados con el concreto efectuaron un estudio empleando cenizas, para los cuales brindaron resultados óptimos en la fabricación del nuevo material en comparación con la muestra patrón, optimizando las características físico-mecánicas del conglomerado. Por consiguiente, los investigadores propusieron

continuar explorando el uso de aditivos alternativos, como las cenizas, para optimizar aún más los materiales de rubro constructivo y sus propiedades (p. 4). Por ende, para la investigación se sugiere utilizar las hojas de coca en cenizas para optimizar las cualidades del pavimento rígido.

En el ámbito nacional, De La Cruz, Ibañez y Coaquira (2022) en su estudio abordado en Lima ciudad, explicaron que en la actualidad los problemas en vistos en los pavimentos como los agrietamientos, fisuraciones se debieron al desplazamiento poblacional de zonas rurales a zonas urbanas, lo que fueron generando un incremento de tráfico diario en las vías de comunicación, ocasionando un desgaste mecánico en la superficie de rodadura de los pavimentos, de la misma manera los autores también manifestaron que actualmente casi el 50% de la población mundial residen en zonas urbanas y que dichas tasas fueron incrementando en casi 80% solo en los últimos años, en relación a ello se genera una necesidad de mejorar las propiedades de los pavimentos (p. 98).

Por su parte, De La Cruz y Paredes (2021) enfatizaron que uno de los inconvenientes principales a las que se enfrentaron los transportistas de Lima metropolitana, fueron por problemas en los pavimentos, donde se encontraron en un estado crítico que presentaban agrietamientos, fisuras y deformaciones, dichos inconvenientes fueron originados por factores mecánicos, como las cargas ejercidas por los vehículos que transitaban por el lugar, asimismo a este problema se le sumo el incremento de la cantidad de vehículos con el pasar de los tiempos, lo que fueron originando deterioros a lo largo del pavimento que posteriormente afectaron su durabilidad (p. 8).

Por consiguiente, Reyna, Santos y Acuña (2022) en su estudio realizado en la ciudad de Lima, mencionaron que actualmente el uso del concreto para estructuras viales es uno de los materiales más utilizados debido a su durabilidad, puesto que con el incremento del tráfico de vehicular se requiere un diseño que soporte esfuerzos mayores, de la misma manera los autores en mención también manifestaron que uno de los primordiales componentes que afecta la durabilidad de los pavimentos rígidos fueron al tipo de esfuerzos a las que estuvieron expuestos, en otras palabras los pavimentos rígidos de concreto actualmente presentan deficiencias para soportar esfuerzos a flexión, en relación a ello nace la

necesidad de alcanzar estudios para optimizar las características del conglomerado para pavimentos rígidos (p. 4).

Dado los acontecimientos, surgió la búsqueda necesaria de una propuesta que solucione los problemas presentados. Por lo tanto, se desarrolló un estudio utilizando cenizas de hoja de coca y fibras de acero con el objetivo de optimizar el esfuerzo a compresor y flexor del pavimento rígido ante la premisa de ¿Cómo la incorporación de cenizas de hoja de coca y fibras de acero podría optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos?, de este modo, se presentaron interrogantes específicas como ¿Con una cantidad definida de cenizas de hoja de coca y fibras de acero podría variar el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos?, ¿Con un porcentaje establecido de cenizas de hoja de coca y fibras de acero podría alterar la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos? y ¿Con una cantidad definida de cenizas de hoja de coca y fibras de acero se podría modificar la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos?.

La investigación se **justificó teóricamente**, puesto que se utilizaron teorías sobre los materiales que se emplearon, como la teoría de la cementación, la formación de piedra y la aglomeración de partículas que conforman el concreto. De la misma manera, se recurrió a teorías que indicaban cómo la utilización de cenizas de hojas vegetales y fibras de acero ayudarían en las propiedades, con la finalidad de mejorar las características mecánicas del pavimento rígido. Además, esta investigación aportó nuevos conocimientos a futuras investigaciones; se **justificó de forma práctica** con un enfoque en la búsqueda de una solución a los fallos en la estructura de los pavimentos en la ciudad de Lima. En relación a ello, se buscó perfeccionar el esfuerzo compresor y flexor del pavimento rígido empleando cenizas de hoja de coca y fibras de acero, lo que permitió reducir el manejo de materias primas y optimizar sus cualidades mecánicas. El estudio se **justificó de manera metodológica** porque se empleó la metodología hipotético-deductiva, puesto que, el proyecto implicó una serie de búsquedas bibliográficas de autores que habían empleado cenizas de origen vegetal y acero en fibras para optimizar las características mecánicas del conglomerado aplicado en pavimentos rígidos.

Por lo cual, los objetivos de la investigación se redactaron según lo presentado anteriormente por la problemática, comenzando con: Optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos incorporando cenizas de hoja de coca y fibras de acero, posteriormente se tuvo el: Variar el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos con una cantidad definida de cenizas de hoja de coca y fibras de acero, por otro lado se planteó: Alterar la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos con un porcentaje establecido de cenizas de hoja de coca y fibras de acero y finalmente se determinó: Modificar la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos mediante una cantidad definida de cenizas de hoja de coca y fibras de acero.

A continuación, se muestran los siguientes autores internacionales, entre ellos, tenemos a Khan, Inayat et al. (2022) presentando el artículo "Mechanical Properties of Steel-Fiber-Reinforced Concrete" donde trataron como prioridad el estimar los cambios al incorporar fibras de acero en porcentajes diferentes en las cualidades del concreto. Con este fin, los investigadores plantearon una metodología de tipo aplicado y con un método en base a la experimentación con población de 540 especímenes a razón de 30.5 cm de longitud y de 15.5 cm de diámetro y recopilando los datos de las evaluaciones mecánicas en cuadros técnicos referente para cada tipo. Como resultado en las pruebas se evaluaron porcentajes de 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, 3.5% y 4% de fibras de acero en longitudes de 3" y 4", obteniendo como respuesta en los ensayos de compresión al día 28, el concreto patrón mostró una lectura de 4000 Psi mientras que para las muestras con 1% de fibra de acero de 3" resultó en 4400 Psi y 4320 Psi el de 4", seguidamente al 1.5% 4620 y 4550 Psi con 3 y 4", con 2% se obtuvo 5310 Psi y 4940 Psi con 3" y 4", en 2.5% a 3" mostró 5530 Psi mientras que para 4" 3800 Psi, en 3% 4500 y 3800 Psi para cada uno y al 4% 4400 y 3500 Psi; en las pruebas de flexión la muestra patrón fue de 560 Psi, al 1% de 3 y 4" obtuvieron 790 y 750 Psi, en 1.5% 860 y 820 Psi, para 2% 870 y 1000 Psi, con 2.5% 920 y 1090 Psi, al 3% 1010 y 1240 Psi, 3.5% fueron 1160 y 1500 Psi finalizando con 4% en 1280 y 1180 Psi. Donde se concluye que para la resistencia ante esfuerzos de compresión la fibra al 2% incrementó significativamente en 3 y 4" con una diferencia de 32.8% y 23.5% respectivamente, en cuanto a las pruebas de flexión denotó una mejoría de 110% y 128.57% en base

al patrón.

Además, Murthi, P. (2021) presentando la investigación titulada "Correlation between rebound hammer number and mechanical properties of steel fibre reinforced pavement quality concrete" decidieron como propósito la estimación de la variación de adiciones de acero en fibras dentro del pavimento de concreto contemplando sus cualidades mecánicas. A fin de conseguir ello plantearon un método experimental y de carácter aplicado, manipulando 84 muestras de concreto junto a adiciones en porcentajes de 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, 1.25% y 1.5% como población, utilizaron para la resistencia a compresión muestras cúbicas de 150 mm y para la resistencia a flexión muestras prismática de 100 x 100 x 500 mm. En donde se compilarían los resultados en fichas especializadas según cada prueba, siendo los resultados expresados de esfuerzo a compresión del concreto patrón fueron de 38.5 MPa, con 1% resultó 47.2 MPa de resistencia ante efectos compresivos, pero en esfuerzos flectores fue de 5.1 MPa con 1.5%, respectivamente. Finalizando el estudio y basándose en los resultados, se observó que con acero en fibras al 1% obtuvo el mayor resultado con mejoras del 8.1% comparándolo con el concreto patrón ante esfuerzos a compresión, mientras que en flexión se consiguió mejoras hasta un 65.68% ante la muestra referencial.

Mientras que Abeer, H. et al. (2022) en su artículo "Utilization of carbon nanotubes and steel fibers to improve the mechanical properties of concrete pavement" enfatizaron la finalidad el estimar la mejoría de diferentes concretos ante esfuerzos mecánicos con acero en fibra con proporción de mezcla. Para lo cual obtaron por la metodología experimental junto a una población de 36 testigos entre dosificados de 0%, 0,025%, 0,050% y 0,075% y referencias, por tanto, se utilizaron fichas técnicas para reunir los resultados de los ensayos. Teniendo como resultado para compresión utilizando probetas con diámetros de 100 mm de base y 200 mm de alto resistencias de 25.06 MPa en la muestra patrón, con 0.025% de fibra resultó en 25.74 MPa, con 0.050% 29.54 MPa y para 0.075% 29.47 MPa y para flexión la muestra patrón obtuvo 9.18 MPa y los adicionados con fibra 10.94, 11.77, 11.32 MPa; donde se concluye que el mejor contenido de la mezcla de concreto con acero en fibra fue 0,05%, esto se debe a que las resistencias a compresión y flexión fueron mayores que las de las otras muestras base.

Respecto a Abdi, M. y Ali, R. (2021) en la investigación de “Prediction of the Tensile Strength of Normal and Steel Fiber Reinforced Concrete Exposed to High Temperatures” se centraron en determinar los efectos de la fibra de acero en el concreto con resistencia estándar. Por lo que, llevaron una metodología tipo aplicado y con énfasis en el experimental, siendo la población de 48 testigos de concreto con adiciones del 0.25% y 0.5% de fibras de acero respecto a su volumen evaluado a 28 y 42 días de curado y manejando una ficha de recogida de valores para los ensayos realizados. Indicando resultados para la prueba de compresión al día 28 un concreto patrón fue de 47.2 MPa, al 0.25% resultó en 44.7 MPa y con 0.5% fue 44 MPa, en tracción se consiguió 2.57 MPa con la muestra control, las fibras de 0.25% y 0.5% mostraron 3.2 y 3.15 MPa, al día 42 el concreto control reveló 53.4 MPa a compresión, para 0.25% mostró 52.6 MPa y en 0.5% 52.3 MPa, por último, en tracción el patrón obtuvo 3.03 MPa y la fibra de 0.25% y 0.5% resultaron en 3.88 y 3.83 MPa en ese orden. Llegando a la conclusión que los ensayos de tracción mejoraron el concreto en 28% con adición del 0.25% de fibras de acero a los 42 días y para compresión se evidenció una reducción de la resistencia de hasta un 6.8% respecto al concreto control.

Por otro lado, Pereira, L. et al. (2021) publicaron la investigación titulada “Bamboo leaf ash for use as mineral addition with portland cement” con el propósito de analizar el comportamiento de las hojas de bambú en cenizas dentro del concreto evaluando los esfuerzos producto de la compresión. La investigación al contar con una metodología experimental y de tipo aplicada, constó de 60 probetas con dimensiones de 5 de diámetro y 10 longitud de 10 cm para el ensayo a compresión con dosificaciones de 10, 20 y 30% en reemplazo al cemento, siendo evaluados a los 7, 28 y 91 días de curado. Como resultado de los ensayos, se obtuvo para el concreto patrón a los 28 días tuvo una lectura de 38 MPa, mientras que para 10% resultó en 37 MPa, con 20% se obtuvo 37 MPa y con 30% mostró 36 MPa, finalmente a los 91 días los resultados conseguidos fueron, con el espécimen control se tuvo 41 MPa y en los porcentajes de 10%, 20% y 30% mostraron valores de 40, 40 y 42 MPa respectivamente. Tomando por conclusión que la ceniza de hojas de bambú al 30% como reemplazo del cemento mejoró en un 1% las características del concreto referente a su propiedad compresiva a los 91 días.

Por otro lado, se citaron autores nacionales, entre los cuales tenemos a Inga, M. et al. (2021) en su artículo “Elaboración de un concreto autocompactante con fibras de acero trefilado”, tuvieron como finalidad el estudiar las propiedades del concreto incorporando fibra de acero trefilado, para ello utilizaron una metodología tipo aplicado y de método experimental, con un grupo poblacional de 135 especímenes para los diferentes ensayos mecánicos con adiciones del 1%, 1.5%, 2%, 2.5% a 7, 14 y 28 días. Como resultado, para los ensayos de compresión la muestra de concreto mostró a los 28 días una fuerza de 527.81 kg/cm² y también 547.68, 542.73, 529.08 y 485.30 kg/cm² para los experimentales, en flexión se mostraron resultados al día 28 iniciando con la muestra patrón se consiguió 68.07 kg/cm² y por su parte con fibras se obtuvo 70.48, 73.69, 75.44 y 78.30 kg/cm², para finalizar en las pruebas de tracción se tomaron las siguientes lecturas, para los 28 días un patrón de 48.99 kg/cm² de esfuerzo, por porcentajes se obtuvo 51.37, 38.32, 53.87 y 52.26 kg/cm². Tomando por conclusión que las fibras de acero mejoraron desde 6% entre porcentajes menor a 2%, para flexión aumentó su resistencia en 15% a más en los 28 días y en tracción incrementó desde 4.8% en su resistencia en la misma fecha.

Por otra parte, Farfán, M. et al. (2019) en su artículo titulado “Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto” formularon como objetivo el evaluar la influencia del acero en fibras incorporadas en los esfuerzos a la compresión del concreto siguiendo una metodología experimental y aplicada, con una población de no probabilística de 9 especímenes evaluados en tiempo de curado para 14 días en dosificaciones de 25 y 30 kg/cm³ de fibra. Los resultados fueron recolectados mediante una ficha técnica para el tipo de ensayo, por consiguiente, los resultados para la prueba de compresión fueron para las muestras patrón resultaron en 217.32, 205.82 y 206.87 kg/cm², con incorporación de 25 kg/cm³ se obtuvo 211.03, 211.89 y 214.27 kg/cm² y para una adición de 30 kg/cm³ se obtuvieron resultados de 198.4, 189.88 y 191.45 kg/cm². Concluyendo que, aunque en la primera prueba el concreto patrón supera las otras muestras con 2.9% y 8.7%, el promedio de los ensayos favoreció al concreto con adición de 25 kg/cm³ al presentar mejoras del 1.01% ante el concreto patrón.

Por su parte, Caballero P., Damiani C. y Ruiz Á. (2021) en su artículo “Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de añashuayco de Arequipa” generaron como finalidad el analizar los agregados de la cantera de añashuayco (Perú) con la incorporación de nanosílice en el concreto evaluando su resistencia a esfuerzos de compresión. La investigación se desarrolló basándose en una metodología aplicada con un método enfatizado en la experimentación, se manejó una población de 28 testigos con porcentajes de 0.6%, 0.8%, 1% y 1.4% evaluadas a 7, 14 y 28 días. Para recolectar los datos producto de los ensayos utilizaron fichas para el ensayo respectivo, por consiguiente, los resultados obtenidos al día 28 con un patrón de 360 kg/cm² y para 1% se consiguió 445 kg/cm². Concluyendo que al día 28 se afirma que el 1% de incorporación de nanosílice mejora considerable el concreto con un 23.6% en comparación al concreto patrón.

De la Cruz, Juarez y Sánchez (2023) en su investigación nombrada como: “Use of recycled steel fibers to improve the structural behavior of rigid pavement”, los presentes autores sostuvieron como finalidad de investigación el determinar qué tan favorable son las fibras de acero reciclado a nivel estructural en el pavimento rígido, es por ello que los autores manifestaron que el estudio fue experimental, por lo tanto, utilizaron fichas de recolección de datos, para obtener sus resultados y puedan ser analizados correctamente durante la fase de gabinete, estos resultados fueron los siguientes: La muestra patrón en el día 28 adquirió una firmeza compresora de 221.43 kg/cm², mientras que las muestras que cuentan con 2% de fibras de acero adquirió una resistencia de 241.92 kg/cm², con 4% de acero en fibras adquirió una resistencia de 246.62 kg/cm², por otro lado, la muestra con 6% de acero en fibra adicionado adquirió 253.04 kg/cm² en el mismo ensayo. Por lo que, se observa una mejoría en porcentaje de 11.38% al manejar el porcentaje de 6% de esta adición y resultando más conveniente en comparación a la muestra patrón y las demás adiciones presentadas.

Además, Huamán, M., Rodríguez, T. y Garamendi, D. (2022) en su artículo “Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas” mostraron el propósito de determinar las cualidades físico-mecánicas del concreto añadiendo viruta de acero, para lo cual

llevaron una metodología experimental con población general de 36 especímenes correspondientes al ensayo a compresión, teniendo como resultados que para un concreto patrón promedio al día 7 resultó en 32.84 MPa, para 0.6% 11.64 MPa y para 1.5% de fibra resultó en 8.7 MPa y para 6% mostró una lectura de 6.4 MPa, para el día 14 mostró un concreto patrón de 32.84 MPa, para 0.6% 10.43 MPa y para 1.5% de fibra resultó en 7.17 MPa y para 6% mostró una lectura de 5.89 MPa. Teniendo como conclusión que la dosificación que intentó asimilar más el concreto de muestra fue la adición al 0.6% a los 7 días.

Tabla 1. Información relevante de los antecedentes

| Autor | % Adición | Resultado y Conclusión | Naturaleza |
|------------------------------------|--|---|---------------|
| Khan, Inayat et al. | 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, 3.5% y 4% | La fibra al 2% incrementó significativamente en 3 y 4" con una diferencia de 32.8% y 23.5% respectivamente. | Internacional |
| Murthi, P. | 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, 1.25% y 1.5% | Con 1% resultó 47.2 MPa de resistencia ante efectos compresivos, pero en esfuerzos flectores fue de 5.1 MPa con 1.5% | |
| Abeer et al. | 0%, 0.025%, 0.050% y 0.075% | Con 0.075% logró una resistencia compresora de 29.47 MPa y con esa misma proporción logró una resistencia a flexión de 11.32 MPa. | |
| Abdi, M. y Ali, R. | 0%, 0.25, 0.50% | Los ensayos de tracción mejoraron el concreto en 28% con adición del 0.25% de fibras de acero a los 42 días. | |
| Pereira, L. et al. | 10%, 20% y 30% | La ceniza de hojas de bambú al 30% como reemplazo del cemento mejoró en un 1% las propiedades del concreto referente. | |
| Inga, M. et al. | 1%, 1.5%, 2%, 2.5% | Las fibras de acero mejoraron desde 6% entre porcentajes menor a 2%, para flexión aumentó 15% y en tracción desde 4.8% a más en los 28 días. | Nacional |
| Farfán, M. et al. | 25 y 30 kg/cm ³ | El promedio de los ensayos favoreció al concreto con adición de 25 kg/cm ³ al presentar mejoras del 1.01% ante el concreto patrón. | |
| Caballero P., Damiani C. y Ruiz Á. | 0.6%, 0.8%, 1% y 1.4% | Se afirma que el 1% de incorporación de nanosílice mejora considerable el concreto con un 23.6% en comparación al concreto patrón. | |
| Cruz, Juarez y Sánchez | 0%; 2%, 4% y 6% | La adición de 6% de acero en fibras resultó más conveniente en comparación a la muestra patrón y las demás adiciones presentadas. | |

| | | | |
|---|--------------------|---|--|
| Huamán, M., Rodríguez, T. y Garamendi, D. | 0%, 0,6%, 1,5 y 6% | La dosificación que intentó asimilar más el concreto de muestra fue la adición al 0.6% a los 7 días. | |
|---|--------------------|---|--|

Asimismo, se plantearon las siguientes teorías, entre las cuales, se encuentran las fibras que por la noción de fortalecer la resistencia del concreto mediante la introducción de estas tiene sus orígenes en los años 60s', cuando se iniciaron experimentos con la inclusión de acero en fibras en la mezcla de concreto. Estas fibras, de reducido diámetro y longitud limitada, se agregaban para mejorar la capacidad a tracción y prevenir la formación de agrietamiento. No obstante, fue en los años 80s' cuando surgieron las fibras en forma sintética como el polipropileno, lo que supuso un avance significativo en las cualidades del concreto. Estas fibras, caracterizadas por su elevada resistencia a la tracción y deformación, se incorporaban en el concreto a fin de mejorar la resistencia a la fisuración, fatiga y cambios bruscos de temperatura del concreto, así como para minimizar la formación de fisuras y la pérdida de resistencia debido a la contracción. Con el transcurso de los años, se desarrollaron diversos tipos de fibras, con materiales y formas variadas, tales como carbono, vidrio, acero, entre otras, asimismo, se siguen perfeccionando métodos de mezclado y aplicación para lograr óptimas propiedades mecánicas y durabilidad. En la actualidad, el uso de fibras en el concreto es generalizado en todo el mundo, especialmente en la construcción de pavimentos, suelos industriales, estructuras de puentes y túneles, así como en la reparación y refuerzo de estructuras existentes. La incorporación de fibras ha contribuido de manera significativa a mejorar la resistencia del concreto, lo que conlleva una reducción del coste de mantenimiento y una prolongación de la estabilidad de las estructuras (Kuwmar y Jaya, 2022).

El empleo de cenizas naturales en la fabricación de concreto se remonta a la antigüedad. Por ejemplo, en la India, existen evidencias arqueológicas que indican que hace más de 4000 años se utilizaba ceniza volcánica en la construcción de templos y palacios. Del mismo modo, en Europa, durante la Edad Media, se popularizó el uso de cenizas naturales en el concreto, al descubrirse que la combinación de cal y ceniza volcánica generaba un material de gran resistencia. En tiempos pasados, se llevaba a cabo una práctica que consistía en recolectar cenizas volcánicas cercanas a los volcanes y mezclarlas con cal para producir un

mortero utilizado en la construcción de catedrales, castillos y otras estructuras monumentales. Sin embargo, con la llegada de la industrialización del siglo XIX, el uso del cemento en obras de infraestructura y edificaciones aumentó significativamente, fue durante esta época cuando se descubrió que la ceniza volcánica podía ser reemplazada por cenizas de carbón, un residuo generado en las centrales térmicas que utilizaban carbón como combustible para la producción de energía. Las cenizas de carbón demostraron ser un material idóneo para su uso en el concreto, ya que mejoraban sus propiedades mecánicas, reducían la cantidad de cemento necesario y disminuían las manifestaciones de CO₂ durante la producción del cemento, además, el uso de cenizas de carbón permitió dar un uso práctico a un residuo que anteriormente se consideraba un problema ambiental. En la actualidad, el empleo de cenizas naturales en la fabricación de concreto es ampliamente difundido en todo el mundo, especialmente en países donde la producción de energía a partir de carbón es significativa (Dos Santos et al., 2021).

Asimismo, se plantearon los siguientes enfoques conceptuales, entre los cuales la fibra de acero se refiere a finas hebras de acero, que normalmente tienen diámetros que varían de 0.25-1.0 mm y longitudes que oscilan entre 25 y 60 mm, estas fibras se utilizan como refuerzo en una variedad de materiales constructivos, como mortero u concreto. Su objetivo principal es fortalecer y aumentar la durabilidad de estos materiales, haciéndolos más resistentes a impactos, vibraciones y otras fuerzas externas, además, las fibras de hierro pueden disminuir la formación de grietas y aumentar la tenacidad y la capacidad de carga de los materiales directamente reforzados (Kuwmar y Jaya, 2022). La adición de fibras de hierro puede realizarse durante el proceso de mezcla del material o puede realizarse colocando las fibras en tapas, particularmente para componentes prefabricados.

La hoja de coca, proveniente de la especie *Erythroxylum coca*, nativa de América del Sur. Es ampliamente utilizada en varias culturas andinas, esta planta es valorada por sus cualidades estimulantes y terapéuticas, sin embargo, también se emplea para la obtención de cocaína, además decir que a hoja de coca incluye diversos alcaloides, entre ellos la cocaína, además de compuestos como la teofilina y la cafeína, que proporcionan características estimulantes y energéticas al consumidor (Dos Santos et al., 2021).

Un elemento esencial en la construcción es el concreto, también conocido como hormigón se compone básicamente en cemento, agua y agregados como grava, arena o piedra triturada, la combinación de estos ingredientes proporciona una serie de características únicas al concreto, lo hace indispensable en las industrias arquitectónicas e ingenieriles, de esta forma, la principal fortaleza del concreto reside en su excepcional cualidad compresiva y su capacidad para sobrellevar cargas pesadas, propiedad que hace de este material perfecto para construir una amplia gama de estructuras, incluidos edificios, puentes, carreteras y presas (Zhanzhao et al., 2022).

Por consiguiente, se presentaron las siguientes hipótesis a evaluar, La incorporación de ceniza de hoja de coca y fibras de acero optimizan la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos, seguidamente se precisaron hipótesis específicas según cada problemática redactada, las cuales fueron: Una cantidad definida de cenizas de hoja de coca y fibras de acero varía el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos, Un porcentaje establecido de cenizas de hoja de coca y fibras de acero altera la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos y Una cantidad definida de cenizas de hoja de coca y fibras de acero se modifican la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos.

II. METODOLOGÍA

La investigación es de **tipo aplicada** se enfoca en encontrar soluciones concretas a problemas prácticos, con diferencia de la investigación teórica que busca extender el conocimiento sin una aplicación directa inmediata. Se basa en utilizar los conocimientos científicos existentes para resolver problemas o mejorar situaciones reales (Song, 2021).

Para lograr este objetivo, el estudio fue de **tipo aplicada**, con el fin de abordar de manera práctica los problemas identificados mediante la adición de componentes no convencionales, como cenizas de hoja de coca y fibras de acero, para optimizar el concreto y sus propiedades.

El **diseño experimental** es utilizado en la investigación para registrar y manipular las variables con el objetivo de obtener resultados válidos y confiables. Incluye la definición de variables, asignación de grupos, aplicación de tratamientos, recopilación de datos y análisis estadísticos, del cual, es fundamental para establecer relaciones causales y obtener resultados significativos (Ramos, 2021).

En este sentido, se realizó un **diseño experimental**, para poder manipular y controlar la variable independiente de manera continua, para poder observar las características del concreto y analizar el comportamiento con las adiciones de cenizas de hoja de coca y fibras de acero.

Gc (a): $Y1 \rightarrow X \rightarrow Y2$

Ge (a): $Y3 \rightarrow X' \rightarrow Y4$

Gc : Grupo Control, sin adición de cenizas de hoja de coca y fibras de acero

Ge : Grupo Experimental, adicionando cenizas de hoja de coca y fibras de acero

X : Muestra

El método que se usa en este modelo de investigaciones es el **hipotético-deductivo** el cual es un método de estudio científico que implica la formulación de hipótesis, la derivación de predicciones concretas a partir de ellas, la realización de pruebas basadas en evidencia empírica y la evaluación de los resultados obtenidos.

Este enfoque se fundamenta en el uso del razonamiento lógico y la verificación empírica para generar conocimiento científico y corroborar explicaciones causales (Kalinowski y Pelakh, 2023).

El **nivel correlacional** implica examinar la relación entre variables mediante un diseño en el que se recopilan datos y se analizan estadísticamente para establecer la efectividad y naturaleza de la relación (Pratama, 2023).

En cuanto al nivel de esta investigación, fue correlacional, puesto que se buscó relacionar las muestras y especímenes de concreto que presentaban las adiciones de cenizas de hoja de coca y fibras de acero con los diferentes ensayos que se llevaron a cabo. Estos fueron objeto de estudio y análisis para obtener conclusiones relevantes.

El **enfoque cuantitativo** en la investigación se basa en el análisis de datos numéricos una vez ya recolectados con el fin de abordar preguntas de investigación, empleando métodos objetivos y análisis estadístico. Su propósito es alcanzar resultados válidos y aplicables de manera general mediante la medición y cuantificación de variables (Sánchez, 2019).

Por lo tanto, la investigación siguió un **enfoque cuantitativo**, puesto que los resultados obtenidos en el desarrollo de la experimentación del concreto incluyendo las adiciones de cenizas de hoja de coca y fibras de acero fueron de naturaleza numérica y pudieron ser cuantificados.

En cuanto a la **variable** se hace referencia que es una característica, propiedad o concepto que puede ser medido, observado o manipulado en una investigación. **Las variables** son elementos fundamentales que permiten estudiar las relaciones entre fenómenos y son utilizadas para formular hipótesis, diseñar estudios y analizar resultados (Arroyo, 2021). Teniendo como **variable Independiente** las cenizas de hoja de coca (CHC) y Fibras de acero (FA) como variable independiente y como **variable dependiente** el Optimizar la característica del concreto en pavimentos de tipo rígidos como variable dependiente.

De este modo, para enfatizar la **operacionalización de variables**, se puede especificar cómo se medirán o manipularán las variables en una investigación científica. Donde se involucra el convertir conceptos abstractos en indicadores concretos y establecer los procedimientos y técnicas para recopilar y analizar los datos. Es fundamental para respaldar la objetividad y confiabilidad de los resultados (Arias, 2021). Por ende, en la tabla de operacionalización que se observara en el anexo 2 donde se describe cada una de las variables.

Por su parte, **la población** tiene como definición que es un conjunto completo de elementos o individuos que se efectúa con ciertas características o criterios establecidos para una investigación. Esta población puede darse como ejemplo como un grupo específico de personas, objetos, eventos, o cualquier otra unidad de análisis que sea relevante para la investigación en cuestión (Sparks, 2019).

Para ello, **la población** consistió en un total de 90 especímenes de concreto para las pruebas de resistencia mecánicas como son de flexión y compresión. Adicionalmente, se utilizaron 15 muestras de concreto en estado plástico para las pruebas de asentamiento.

Así también, **la muestra** es identificada como el subconjunto escogido de una parte de la población que se emplea para efectuar un estudio, en lugar de examinar todos los elementos de la población, se elige un grupo representativo de individuos, objetos, eventos u otras unidades de análisis para obtener información y sacar conclusiones sobre la población en general (Bhardwaj, 2019).

Del mismo modo, **la población** fue de un total de 90 especímenes de concreto con la incorporación de cenizas de hoja de coca y fibras de acero, separándose en los diferentes ensayos. Se utilizaron 45 probetas de 4" x 8" para la resistencia a compresión y 45 vigas de 15 x 15 x 50 para las muestras de flexión, como se visualiza en las tablas 2 y 3. En cada caso, se realizaron 3 ensayos por cada edad de acuerdo a lo establecido en la norma E. 0.60. Además, se emplearon 15 muestras para la prueba de asentamiento, donde se puede visualizar en la tabla 3.

Seguidamente, se presenta la población contabilizada y comprendida en la investigación para el desarrollo y experimentación necesarios por el investigador

a fin de cumplir con los objetivos y responder a los problemas previamente mencionados.

Tabla 2. Cantidad de ensayos para evaluar la resistencia a compresión

| Días | Patrón | Cenizas de hoja de coca (CHC) y Fibras de acero (FA) | | | | TOTAL |
|-----------|--------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | | 1.75% CHC + 1.75% FA | 2.50% CHC + 2.50% FA | 1.75% CHC + 2.50% FA | 2.50% CHC + 1.75% FA | |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 14 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 28 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| Sub total | | | | | | 45 |

Tabla 3. Cantidad de ensayos para evaluar la resistencia a flexión

| Días | Patrón | Cenizas de hoja de coca (CHC) y Fibras de acero (FA) | | | | TOTAL |
|-----------|--------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | | 1.75% CHC + 1.75% FA | 2.50% CHC + 2.50% FA | 1.75% CHC + 2.50% FA | 2.50% CHC + 1.75% FA | |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 14 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 28 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| Sub total | | | | | | 45 |

Tabla 4. Cantidad de ensayos para evaluar el asentamiento

| Patrón | Cenizas de hoja de coca (CHC) y Fibras de acero (FA) | | | | TOTAL |
|-----------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | 1.75% CHC + 1.75% FA | 2.50% CHC + 2.50% FA | 1.75% CHC + 2.50% FA | 2.50% CHC + 1.75% FA | |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| Sub total | | | | | 15 |

Por consiguiente, **el muestreo** es una extracción de muestra de la investigación en el que son elegidos de manera espontánea de los participantes o elementos. En este enfoque de selección de los individuos se basa en la conveniencia y disponibilidad, en lugar de seguir un proceso aleatorio o de probabilidades (Bhardwaj, 2019).

Así mismo, la investigación presentó un muestreo no probabilístico por conveniencia, por este motivo se buscó evaluar principalmente el concreto con incorporación de Cenizas de hoja de coca (CHC) y Fibras de acero (FA), limitando la evaluación del concreto patrón. En donde como **criterios de inclusión** se tuvo los ejemplares de concreto con porcentajes de cenizas de hoja de coca (CHC) y fibras de acero (FA) y como **criterios de exclusión** a los especímenes que no contengan adiciones de cenizas de hoja de coca (CHC) y fibras de acero (FA).

La **unidad de análisis** es un elemento específico que es estudiada y analizada producto a la investigación. Es la unidad básica sobre la cual se recopila, organiza

y analiza la información para así poder responder las preguntas de investigación (Damşa y Jornet, 2020). Por lo tanto, se consideraron como **unidades de análisis** los concretos que contenían Cenizas de hoja de coca (CHC) y Fibras de acero (FA), con un total de 90 especímenes de concreto que fueron sometidos a pruebas mecánicas para su evaluación.

Respecto a las **técnicas e instrumentos de recolección de datos**, comprendemos que el método de **técnica de observación directa** es manejado en investigaciones científicas donde el investigador registra de forma sistemática y objetiva los eventos o comportamientos observados en su entorno natural, sin intervenir ni influir en la situación. Es una herramienta útil para obtener datos detallados y contextualizados en situaciones donde la interacción y el comportamiento son relevantes (Rožanc y Mernik, 2021). Además, se menciona que, el **análisis documental** en una investigación donde se busca revisar y evaluar críticamente los documentos referentes a la temática de estudio, estos instrumentos incluyeron informes normativos, artículos de carácter científico, libros, entre otros. La finalidad del **análisis documental** es poder recopilar información relevante, identificar los patrones, relaciones y tendencias de las mismas y su relación entre ellas, y llevar a cabo una interpretación más profunda de la investigación (Peña, 2022). De modo que, en este estudio, se siguió un desarrollo que ocupó diversas etapas, comenzando con la selección de datos. Con este propósito, se empleó la **técnica de observación y análisis de documentos**, con el fin de examinar las características de las Cenizas de hoja de coca (CHC) y las Fibras de acero (FA), y su impacto en las propiedades del concreto. También, se recopiló información de múltiples fuentes, que incluyeron literatura científica, regulaciones, publicaciones y trabajos académicos, y los resultados se compararon de los ensayos realizados por esta investigación.

Mientras que los **instrumentos de recolección de datos** son un medio por el que se registran los efectos obtenidos durante una experimentación que pueden variar según el tipo de investigación y los datos que se deseen recopilar. Algunos ejemplos muy comunes de instrumentos que recolectan datos son los cuestionarios, los registros y observaciones directas, formatos de ensayos, etc., y

los dispositivos de medición como cronómetros y termómetros (Sánchez, Fernández y Díaz, 2021).

Por consiguiente, se dispusieron los siguientes formatos como el Análisis granulométrico de agregados, Prueba de asentamiento, Ensayo de densidad o peso unitario, Diseño de mezcla de concreto, evaluaciones del esfuerzo a compresión y de esfuerzo a flexión.

La validez se infiere como la precisión y confiabilidad de los resultados y conclusiones de una investigación, garantizando que representen de manera precisa el fenómeno o problema estudiado. En este contexto, la validez se asocia con la exactitud y robustez del estudio (Schweinsberg, Thau y Pillutla, 2023), además, se realizaron pruebas de laboratorio de acuerdo con las normativas y estándares técnicos pertinentes para asegurar la precisión de los datos recopilados incluyendo seguir las normativas internacionales y naciones que respaldan la investigación, como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Normas para los ensayos de la investigación

| Normativas | |
|-----------------------------|-------------|
| Ensayos a realizar | Norma |
| Agregados | NTP 400.037 |
| Asentamiento | NTP 339.035 |
| Resistencia a la compresión | ASTM C 39 |
| Resistencia a la flexión | ASTM C 78 |
| Granulometría | NTP 400.012 |

La confiabilidad en la investigación científica es determinante para garantizar la consistencia y estabilidad de los resultados. Es un aspecto fundamental para tener confianza en los hallazgos y conclusiones de un estudio, y para permitir la replicación y generalización de los resultados en diferentes contextos y con diferentes investigadores (López, Tobón y Juárez, 2019). Por ende, la investigación presento una confiabilidad porque se empleó un laboratorio acreditado por INACAL, así mismo tiene las certificaciones de calibración de equipos actualizados.

A continuación, se puede visualizar en la figura 1 el siguiente mapa conceptual del diseño y realización del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de cenizas de hojas de coca y fibras de acero:

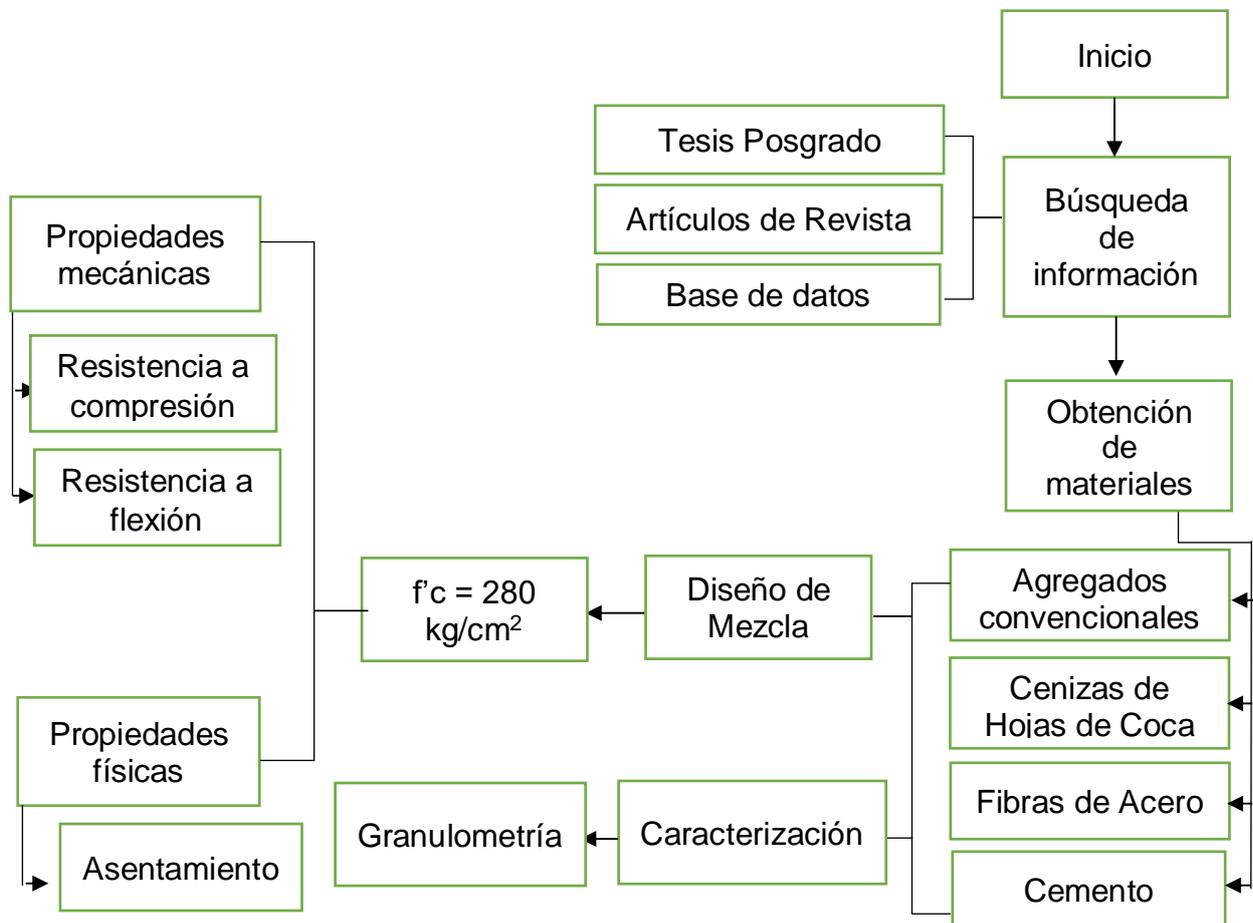


Figura 1. Mapa conceptual del procedimiento realizado

Fuente: Autor, 2024

Para el desarrollo del estudio se necesitaron seguir diferentes procedimientos, que constaron de 14 partes de elaboración, que comprendieron desde la obtención de los materiales hasta la realización de los ensayos mecánicos y físicos del concreto.

Para la primera parte de obtención de materiales para la realización de la investigación, se buscó contacto con empresas que cuenten con los materiales necesarios para la elaboración del concreto de pavimentos rígidos, los materiales adquiridos fueron hojas de coca y fibras de acero, ilustrado en la figura 2.



Figura 2. Materiales sin procesar: (a) Hoja de coca (b) Fibra de acero
Fuente: Autor, 2024

Para la segunda parte de obtención de materiales, se procedió a tomar el material adquirido que son las hojas de coca para reducirlos a cenizas y las fibras de acero para soltarlas y pesarlas, esto se ve ilustrada en la figura 3, este procedimiento se realizó con el objetivo de determinar la cantidad que deberá ir en cada prueba.



Figura 3. Tamizado de (a) cenizas de hojas de coca y (b) fibras de acero
Fuente: Autor, 2024

Para la tercera parte de obtención de materiales y desarrollo investigativo, se realizó la búsqueda de una cantera que contenga los agregados con características adecuadas de acuerdo a la norma ASTM C33, del cual se adquirieron de la empresa, los agregados adquiridos se visualizan en la figura 4.



Figura 4. Obtención de los agregados convencionales (a) finos y (b) gruesos
Fuente: Autor, 2024

En la cuarta parte, se procedió a la selección de agregados finos como también de gruesos, utilizando el método de cuarteo para elegir los elementos. Este proceso implica la mezcla inicial de la muestra compuesta, seguida de su división en forma de cruz y la eliminación de las dos partes opuestas. Además, se realizó el dimensionamiento por unidad utilizando tamices normalizados. Para el agregado fino, se emplearon tamices con números 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200, en cambio para el agregado grueso se utilizaron tamices con tamaños en pulgadas de 3, 2, 1½, 1, ¾, ½ y tamiz número 4. Después de este proceso de selección, las muestras fueron sometidas al secado en horno, como se ilustra en la figura 5, antes de ser agregadas al primer tamiz.



Figura 5. Los agregados y su granulometría de (a) finos y (b) gruesos
Fuente: Autor, 2024

La parte 5 (evaluación de humedad del agregado), optamos por la selección de elementos mediante el método de cuarteo, que implica mezclar la muestra

compuesta y luego dividirla en cuatro partes, descartando las dos opuestas, ya que excedía la cantidad requerida para el estudio. Luego, se procedió a pesar el recipiente en su estado vacío para determinar el peso únicamente de la muestra. Para este ensayo, se dedicó un periodo completo de 1 día representándose en la figura 6.



Figura 6. Humedad en el agregado (a) grueso (b) fino
Fuente: Autor, 2024

En la parte 6, acerca del peso unitario (P.U.) suelto de los agregados, primero se llevó a cabo la pesada del recipiente en su estado vacío. Luego, se dividió el agregado en tres partes las cuales se llenaron en los respectivos recipientes utilizando el método de caída. A continuación, se procedió a nivelar y ajustar uniformemente el contenido con la ayuda de una varilla, de manera que se adaptara adecuadamente a la forma del molde; el procedimiento fue realizado para ambos agregados (finos y gruesos), así como se aprecia en la figura 7.



Figura 7. Humedad presente en el agregado (a) fino y (b) grueso
Fuente: Autor, 2024

Seguidamente, en la parte 7, el P.U al compacto de los agregados, el peso unitario compactado de los agregados utilizados en la mezcla de concreto, se siguió un

procedimiento específico. Primero se escogió una muestra de representación de los agregados y se divide en partes iguales haciendo el cuarteo, luego estos agregados se vertieron en un molde de dimensiones conocidas y se compactan utilizando un número definido de golpes o pasadas para asegurar una densidad adecuada, así como se aprecia en la figura 8. Una vez que la compactación se ha completado se procedió a nivelar la superficie superior del molde y se registra el peso total del conjunto, al final se calculó el peso unitario compactado dividiendo el peso total de los agregados por el volumen del molde, lo que proporcionó una medida esencial para el diseño y el control de calidad del concreto.



Figura 8. P.U al compacto de los agregados (a) finos y (b) gruesos
Fuente: Autor, 2024

Con la parte 8 sobre el agregado fino, gravedad específica y absorción, se inició colocando la muestra sobre una superficie metálica con el objetivo de lograr un proceso de secado uniforme. A continuación, procedimos a compactarla utilizando un cono de pisón y aplicando veinticinco golpes, durante los cuales se observó cómo se acomodaban los elementos finos en la muestra, tras lo cual retiramos el cono de pisón y observamos la gravedad y desprendimiento del material. Para concluir esta etapa, situamos la muestra con el agua destilada dentro del picnómetro y procedimos a agitar el instrumento para eliminar cualquier aire comprimido restante, así como se visualiza en la figura 9.

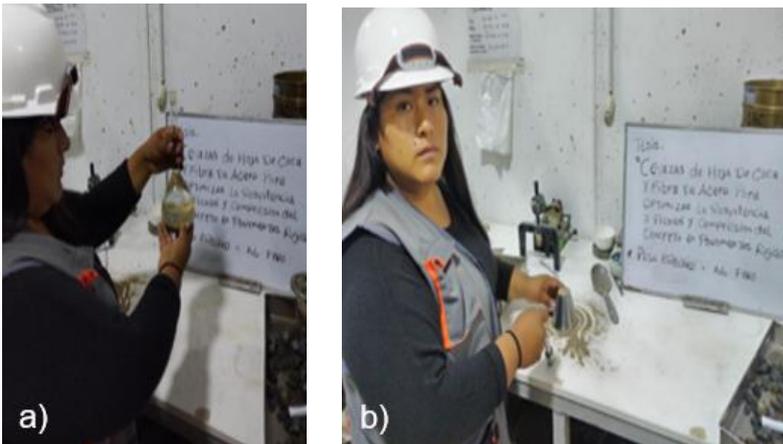


Figura 9. Prueba en agregado fino de (a) gravedad específica y (c) absorción
Fuente: Autor, 2024

Para este estudio en la parte 9, respecto al agregado grueso, gravedad específica y absorción se empleó el material que quedó retenido por la malla de tamizaje número 4. Estas muestras fueron sometidas a un proceso de secado en un horno a 110°C de temperatura. Después de que la muestra se enfrió naturalmente durante un período de un día al aire libre tras el secado, se sumergió en agua durante un día completo, así como se describe en la figura 10. Este procedimiento fue esencial para preparar las muestras y llevar a cabo las evaluaciones subsiguientes.



Figura 10. Prueba en A. G. de (a) gravedad específica y (b) absorción
Fuente: Autor, 2024

Continuando con la parte 10, se realizó el diseño de mezcla para determinar cuánto material se requería para obtener la resistencia requerida, es decir, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, sin embargo, no solo se realizará para el concreto patrón, sino también se tomará en cuenta los especímenes experimentales que pasarán por unos ligeros cambios en su composición, puesto que se agregará los materiales propuesto en el presente estudio, que vendrían a ser las cenizas de hojas de coca y fibras de acero, para ello

se puede visualizar en la figura 11 el proceso que se llevó a cabo luego de saber que cantidad se requiere de cemento, agua, agregados (finos y gruesos) así como de las cenizas de hojas de coca y fibras de acero.



Figura 11. Elaboración del concreto (a) patrón (b) experimental
Fuente: Autor, 2024

En la parte 11 de los procesos, y con la mezcla lista tanto del concreto de muestra estándar como el que fue modificado con las adiciones de cenizas de hojas de coca y acero en fibras, antes de pasarse a vaciar en moldes se realizaron las pruebas físicas de este mismo, el asentamiento, realizado al introducir el concreto en su estado plástico en un molde cónico a modo de 3 tiempos (partes) y en donde en cada tiempo se aplicó el varillado, el cual consistía en introducir una vara dentro del molde con el fin de eliminar los vacíos, finalizado estos pasos y llenado hasta el ras del molde se niveló la mezcla con el molde limpiando al mismo tiempo los excedentes, una vez limpio el cono se levantó verticalmente para que la mezcla se segregue y permita medir su plasticidad, para ello se empleó un flexómetro de mano y con la ayuda de la varilla apoyada en la parte del cono se midió la altura hasta el punto más alto de la mezcla, este proceso se presentó para cada diseño de concreto y se contempla en la figura 12.

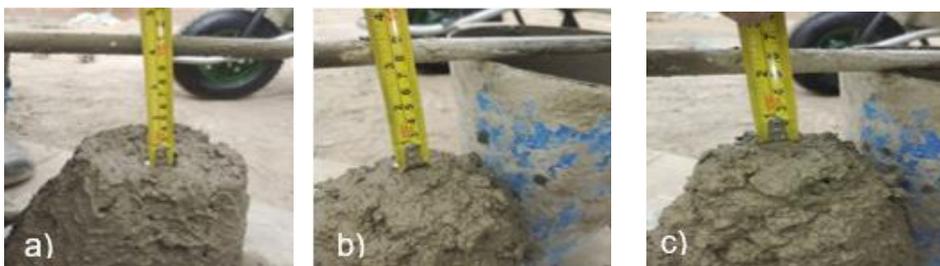


Figura 12. Asentamiento del patrón (a) Muestra 1 (b) Muestra 2 (c) Muestra 3
Fuente: Autor, 2024

Continuando con la parte 12, se procedió al vaciado del concreto a las briquetas que serán para vigas y cilindros, se vertió la mezcla preparada para cada diseño tanto estándar como los que serían de experimentación con dosificaciones de cenizas de hojas de coca y acero en fibras. En este sentido, estos moldes fueron previamente humectados con petróleo para que al momento de fraguarse, el concreto no se pegue ni adhiera a las superficies del molde, así mismo, se realizó el compactado de las muestras con la ayuda de un martillo de goma al golpear levemente alrededor de cada briketa para minimizar los vacíos durante los vaciados, seguidamente de un varillado con una vara libre de rugosidades y sin poros se golpeó la mezcla 25 veces por muestra en son de eliminar cualquier vacío existente, finalizado este proceso se rasó cada molde para que las muestras fragüen correctamente. Posteriormente, se aplicó el curado de todas las muestras de estudio humedeciéndolas con agua después del desmoldamiento de las briquetas. Finalmente, luego del curado se retiraron del agua para dejar secar al aire libre y retirando los excedentes de agua con un trapo. Los procesos se muestran en la figura 13.



Figura 13. Colocado del concreto en los moldes
Fuente: Autor, 2024

Tras el lapso de fraguado, en la parte 13 se planeó probar los especímenes a los 7 días para evaluar la evolución del endurecimiento, estos fueron expuestos a cargas de compresión utilizando una prensa diseñada específicamente para tal fin, de este modo se registró la fuerza aplicada hasta que el cilindro eventualmente colapsara, estos los valores obtenidos representan la resistencia a la compresión del concreto, una medida clave para valorar su calidad y rendimiento, como se aprecia en la figura 14.



Figura 14. Ensayos de esfuerzo compresión en (a) patrón (b) experimental
Fuente: Autor, 2024

Para la parte 14, después del curado de las vigas para asegurar su correcto desarrollo y solidez, se sometieron a evaluación en una prensa de dos apoyos para prueba de flexión que ejerció una carga puntual en la parte central, registrando tanto la fuerza aplicada como la deformación consecuente mientras la viga sufría la flexión, lo cual brindó información imprescindible sobre su desempeño estructural y su aptitud para resistir cargas, según se muestra en la figura 15.



Figura 15. Ensayos de esfuerzo a flexión en (a) patrón (b) experimental
Fuente: Autor, 2024

En el **método de análisis de datos** Popenoe et al. (2021) menciona que la causa por el cual se emplea los análisis de los resultados si procesarlos con la finalidad de obtener datos relevantes, en otros términos, es el proceso para la aplicación de técnicas estadísticas para describir, recapitular, analizar y evaluar datos de una determinada investigación, de la misma manera la utilización de las técnicas y/o métodos varía en relación al tipo de investigación realizado, en otras palabras la aplicación del método dependerá de si la investigación es cuantitativa o cualitativa.

En este contexto, la presente investigación utilizó técnicas y herramientas estadísticas para la ejecución y lectura de los resultados obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio. Asimismo, con el propósito de comprobar las hipótesis de estudio se hizo uso de la estadística inferencial, que estuvo compuesta por el análisis de varianza **ANOVA**. De la misma manera, se aplicó la estadística descriptiva, haciendo uso de la media aritmética para el procesamiento de los resultados. Por otra parte, para analizar los valores obtenidos se utilizaron softwares estadísticos como MINITAB, IBM SPSS y STATGRAPHICS. Además, para realizar los gráficos se emplearon softwares como ORIGIN PRO, SIGMA PLOT, GRAPAD PRISM y otros programas que ayudaron en la interpretación de los resultados conseguidos.

Finalmente, se expresan los **aspectos éticos** del estudio dando hincapié en práctica la ética universitaria respetando la propiedad intelectual de los diversos trabajos de investigación consultados. Estos se ubicaron de registros científicos como Scopus, Scielo, Google Académico, ScienceDirect, así como en artículos científicos, trabajos de posgrado y otras fuentes que se consultaron con la finalidad de obtener datos relevantes. Asimismo, se utilizó el manual ISO 690 proporcionado por la Universidad César Vallejo para realizar una correcta citación de los autores, aplicando el artículo N° 10 de los derechos de autor. También se hizo uso del código de ética de investigación de la UCV, conforme a la resolución N° 0262-2020/UCV. Además, se emplearon diversas normativas como NTP, ASTM, ACI y otras normas vigentes a nivel nacional e internacional para la correcta ejecución de los ensayos en el laboratorio. Para verificar la similitud con otros trabajos de investigación, se utilizó la plataforma Turnitin, cumpliendo con el artículo N° 9 de la política antiplagio, lo que garantizó que la investigación presentara un alto índice de originalidad. También se aplicó el artículo N° 8, asegurando que la investigación cumpliera con los requisitos exigidos por la UCV. Del mismo modo, se aplicaron los principios de ética en investigación, según lo determinado en el artículo N° 3, los cuales incluyeron: **Autonomía**: Se utilizaron las regulaciones con el propósito de respetar los principios éticos de la profesión y garantizar que todos los resultados proporcionaran información precisa. **Beneficencia**: Se realizó la investigación de datos sobre el concreto que contenía fibras de vidrio y superplastificante, con el objetivo de presentar nuevas propuestas de solución a la sociedad. **No**

maleficencia: Se garantizó el uso adecuado de todos los datos utilizados en la investigación, al garantizar el respeto de las citas proporcionadas para dar crédito al autor y evitando la manipulación de los datos de laboratorio, con el fin de no perjudicar futuras investigaciones. **Justicia:** Se otorgó el reconocimiento adecuado a la información recopilada de diversas fuentes, con el fin de salvaguardar la equidad en la investigación tanto para los evaluadores como para el propio autor.

III. RESULTADOS

En la sección siguiente, se exponen los hallazgos derivados de la evaluación realizada a las muestras, tanto en su estado fresco como endurecido, en el estado fresco, se analizó el revenimiento de la mezcla, por otro lado, en el estado endurecido, se llevaron a cabo ensayos para determinar el esfuerzo a compresión y flexión. Todos estos valores recopilados se han representado en tablas y gráficas con el fin de mejorar la organización y síntesis de la información.

De este modo, se presentan los datos provenientes de los **ensayos físicos** de los agregados, tal como es el caso del **análisis granulométrico del agregado fino**, del cual, se tamizó la muestra planteada de 943.7 gr., del cual va regido por la norma ASTM C33, asimismo, los resultados mostrados en la tabla 6, manifiestan un MF de 3.

Tabla 6. *Análisis granulométrico – agregado fino*

| Mallas | ½" | 3/8" | N° 4 | N° 8 | N° 16 | N° 30 | N° 50 | N° 100 | N° 200 | TOTAL |
|----------------------|-------|------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Abertura | 12.50 | 9.50 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.60 | 0.30 | 0.15 | 0.075 | - |
| Masa retenida | 0.00 | 0.00 | 18.9 | 162.4 | 228.2 | 197.3 | 147.6 | 110.4 | 78.9 | 943.7 |
| % parcial retenido | 0.00 | 0.00 | 2 | 17.2 | 24.2 | 20.9 | 15.6 | 11.7 | 8.4 | 100 |
| % acumulado retenido | 0.00 | 0.00 | 2 | 19.2 | 43.4 | 64.3 | 79.9 | 91.6 | 100 | |
| % acumulado que pasa | 100 | 100 | 98 | 80.8 | 56.6 | 35.7 | 20.1 | 8.4 | 0 | |
| ASTM C 33 | | 100 | 95 - 100 | 80 - 100 | 50 - 85 | 25 - 60 | 5 - 30 | 0 - 10 | | |

Para obtención del módulo de finura, se procedió a emplear la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum \% \text{ret. acum.}}{100}$$

Se reemplaza con los datos obtenidos durante la fase de laboratorio:

$$MF = \frac{2 + 19.2 + 43.4 + 64.3 + 79.9 + 91.6}{100}$$

Por lo tanto, se obtuvo como resultado del módulo de finura:

$$MF = 3$$

A continuación, en la figura 16 se presenta el gráfico de la curva de granulometría del agregado fino, donde se identifican los valores del TMN = N° 4, TM = 3/8" y MF = 3.00. Estos parámetros están determinados según las especificaciones de la normativa vigente, confirmando así que la distribución de tamaños se encuentra dentro del rango aceptable establecido por la curva de granulometría.

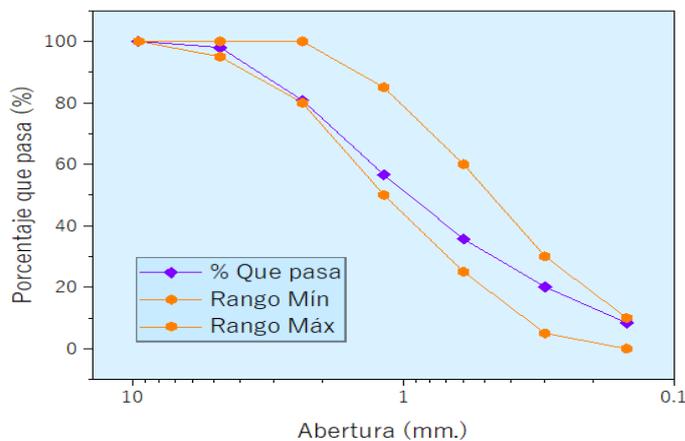


Figura 16. Granulometría del agregado fino
Fuente: Autor, 2024

Asimismo, se procedió con el **análisis granulométrico para el agregado grueso**, que se llevó a cabo el tamizado de una muestra de 2138.6 gr., siguiendo las directrices establecidas por la norma ASTM C33. De este proceso los resultados se detallan en la tabla 7 y como resultado, se determinó un módulo de finura de 7.47.

Tabla 7. Análisis granulométrico – agregado grueso

| Mallas | 2" | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | N° 4 | N° 8 | N° 16 | Fondo |
|----------------------|------|--------|----------|---------|---------|--------|-------|------|-------|-------|
| Abertura | 50 | 37.5 | 24.5 | 19.05 | 12.5 | 9.53 | 4.76 | 2.38 | 1.18 | |
| Masa retenida | 0.00 | 0.00 | 209.2 | 1000.5 | 665.4 | 128.1 | 111.9 | 0.00 | 0.00 | 23.5 |
| % parcial retenido | 0.00 | 0.00 | 9.8 | 46.8 | 31.1 | 6 | 5.2 | 0.00 | 0.00 | 1.1 |
| % acumulado retenido | 0.00 | 0.00 | 9.8 | 56.6 | 87.7 | 93.7 | 98.9 | 98.9 | 98.9 | 100 |
| % acumulado que pasa | 100 | 100 | 90.2 | 43.4 | 12.3 | 6.3 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0 |
| ASTM C 33 | | 100 | 90 - 100 | 40 - 85 | 10 - 40 | 0 - 15 | 0 - 5 | | | |

Para obtención del módulo de finura, se procedió a emplear la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum \% \text{ret. acum.}}{100}$$

Se reemplaza con los datos obtenidos durante la fase de laboratorio:

$$MF = \frac{56.6 + 93.7 + 98.9 + 98.9 + 98.9 + 100 + 100 + 100}{100}$$

Por lo tanto, se obtuvo como resultado del módulo de finura:

$$MF = 7.47$$

A continuación, en la figura 17 se presenta el gráfico de la curva de granulometría para el agregado grueso, donde se identifican los valores del TMN = N° 1", TM = N° 1 1/2" y MF = 7.47. Estos parámetros están determinados según las especificaciones de la normativa vigente, confirmando así que la distribución de tamaños se encuentra dentro del rango aceptable establecido por la curva de granulometría.

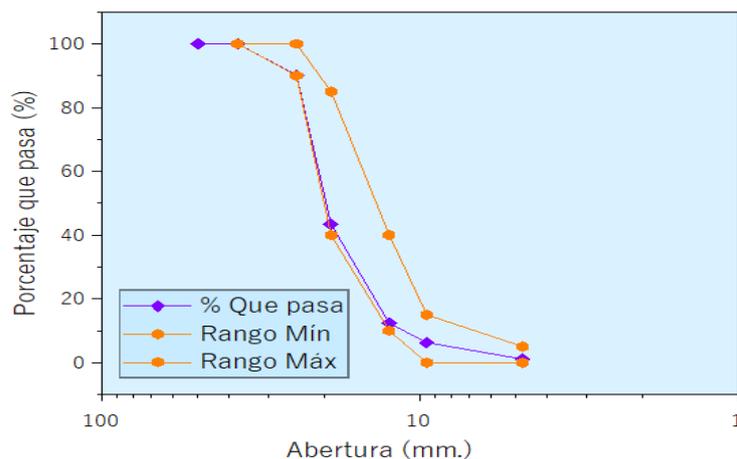


Figura 17. Granulometría del agregado grueso
Fuente: Autor, 2024

Continuando con los estudios realizados a los agregados finos, se procedió a evaluar el **P.U. del agregado fino** en 3 muestras en estado **suelto**, de los cuales, estos se visualizan detalladamente en la tabla 8, en donde se puede denotar disparidades en los pesos de las tres muestras pueden atribuirse a derrames o un enrase inadecuado del material, resultando en la variación de cantidades mínimas ocasionando diferencias entre las muestras.

Tabla 8. *Peso unitario – agregado fino en estado suelto*

| Peso Unitario | Muestra | | | |
|------------------------------|---------|------|------|----------|
| | M-1 | M-2 | M-3 | Promedio |
| Masa del Molde + Muestra (g) | 5917 | 5912 | 5918 | 5915.67 |
| Masa del Molde (g) | 1622 | 1622 | 1622 | 1622.00 |
| Masa de la muestra (g) | 4295 | 4290 | 4296 | 4293.67 |
| Volumen del molde | 2800 | 2800 | 2800 | 2800.00 |
| Peso Unitario de la Muestra | 1534 | 1532 | 1534 | 1533.33 |

En la anterior tabla se ha observado que se obtuvo tres pesos unitarios diferentes, en donde la primera muestra abarcó 1534 kg/m^3 , la segunda muestra obtuvo un peso unitario de 1532 kg/m^3 y finalmente la tercera obtuvo un peso unitario de 1534 kg/m^3 , es por ello que se obtuvo como promedio 1533.33 kg/m^3 .

Siguiendo con los análisis llevados a cabo en los agregados finos, se procedió a evaluar el **P.U. del agregado fino** en tres muestras en estado **compacto**, estos valores se presentan detalladamente en la tabla 9, observándose disparidades en los pesos de las muestras, las cuales pueden atribuirse a posibles derrames o un

enrase inadecuado del material en los bordes del molde, asimismo, esta situación condujo a la pérdida de cantidades mínimas, generando así diferencias entre las muestras.

Tabla 9. *Peso unitario – agregado fino en estado compacto*

| Peso Unitario | Muestra | | | |
|------------------------------|---------|------|------|----------|
| | M-1 | M-2 | M-3 | Promedio |
| Masa del Molde + Muestra (g) | 6579 | 6575 | 6577 | 6577.00 |
| Masa del Molde (g) | 1622 | 1622 | 1622 | 1622.00 |
| Masa de la muestra (g) | 4957 | 4953 | 4955 | 4955.00 |
| Volumen del molde | 2800 | 2800 | 2800 | 2800.00 |
| Peso Unitario de la Muestra | 1770 | 1769 | 1770 | 1769.67 |

En la tabla anterior, se ha observado que se obtuvieron tres valores diferentes para el agregado fino compactado, del cual, la primera muestra registró un peso unitario de 1770 kg/m³, la segunda muestra registró 1769 kg/m³, y la tercera muestra registró 1770 kg/m³. Como resultado, el promedio del peso unitario es de 1769.67 kg/m³.

En la figura 18 se puede visualizar la diferencia visual que se obtuvo en el pesaje del agregado fino en estado suelto y compactado con la finalidad de comprobar que, al compactar los materiales, el P.U. se reduce el porcentaje de espacios vacíos facilitando que una mayor cantidad de material ocupe en el mismo recipiente.



Figura 18. Comparativa del PUS y PUC del agregado fino
Fuente: Autor, 2024

Continuando con los estudios realizados a los agregados gruesos, se procedió a evaluar el **P.U. del agregado grueso** en 3 muestras en estado **suelto**, de los cuales, estos se expresan detalladamente en la tabla 10, en donde se puede

denotar disparidades en los pesos de las tres muestras pueden atribuirse a derrames o un enrase inadecuado del material, resultando en la variación de cantidades mínimas ocasionando diferencias entre las muestras.

Tabla 10. *Peso unitario – agregado grueso en estado suelto*

| Peso Unitario | Muestra | | | |
|------------------------------|---------|-------|-------|----------|
| | M-1 | M-2 | M-3 | Promedio |
| Masa del Molde + Muestra (g) | 30278 | 30268 | 30259 | 30268.33 |
| Masa del Molde (g) | 9200 | 9200 | 9200 | 9200.00 |
| Masa de la muestra (g) | 21078 | 21068 | 21059 | 21068.33 |
| Volumen del molde | 14130 | 14130 | 14130 | 14130.00 |
| Peso Unitario de la Muestra | 1492 | 1491 | 1490 | 1491.00 |

En la anterior tabla se ha observado que se obtuvo tres pesos unitarios diferentes, en donde la primera muestra consiguió un pesaje de 1492 kg/m³, la segunda muestra alcanzó un peso unitario de 1491 kg/m³ y finalmente la tercera obtuvo un peso unitario de 1490 kg/m³, es por ello que se obtuvo como promedio 1491 kg/m³.

Siguiendo con los análisis llevados a cabo en los agregados gruesos, se procedió a evaluar el **P.U. del agregado grueso** en tres muestras en estado **compacto**, estos valores se presentan detalladamente en la tabla 11, observándose disparidades en los pesos de las muestras, las cuales pueden atribuirse a posibles derrames o un enrase inadecuado del material en los bordes del molde, asimismo, esta situación condujo a la pérdida de cantidades mínimas, generando así diferencias entre las muestras.

Tabla 11. *Peso unitario – agregado grueso en estado compacto*

| Peso Unitario | Muestra | | | |
|------------------------------|---------|-------|-------|----------|
| | M-1 | M-2 | M-3 | Promedio |
| Masa del Molde + Muestra (g) | 32136 | 32128 | 32145 | 32136.33 |
| Masa del Molde (g) | 9200 | 9200 | 9200 | 9200.00 |
| Masa de la muestra (g) | 22936 | 22928 | 22945 | 22936.33 |
| Volumen del molde | 14130 | 14130 | 14130 | 14130.00 |
| Peso Unitario de la Muestra | 1623 | 1623 | 1624 | 1623.33 |

En la tabla anterior, se ha observado que se obtuvieron tres valores diferentes para el agregado fino compactado, del cual, la primera muestra registró un peso unitario de 1623 kg/m³, la segunda muestra registró 1623 kg/m³, y la tercera muestra

registró 1624 kg/m³. Como resultado, el promedio del peso unitario es de 1623.33 kg/m³.

En la figura 19 se puede visualizar la diferencia visual que se obtuvo en el pesaje del agregado grueso en estado suelto y compactado con la finalidad de comprobar que, al compactar los materiales, el P.U. se reduce el porcentaje de espacios vacíos facilitando que una mayor cantidad de material ocupe en el mismo recipiente.



Figura 19. Comparativa del PUS y PUC del agregado grueso
Fuente: Autor, 2024

Consecuentemente se muestran los valores que corresponden a la evaluación de la **gravedad específica y la absorción del agregado fino**, realizada con dos muestras, del cual, se determinó que no hubo variaciones significativas entre las muestras. Por consiguiente, se puede observar en la tabla 12 los porcentajes de absorción de ambas muestras que fueron del 1.6% y 1.7%.

Tabla 12. Gravedad específica y absorción – agregado fino

| Peso Unitario | Muestra | | |
|-----------------------------------|---------|------|----------|
| | M-1 | M-2 | Promedio |
| Peso Específico de la Masa S.S.S. | 2.63 | 2.63 | 2.63 |
| Peso Específico de la Masa | 2.67 | 2.67 | 2.67 |
| Peso Relativo Aparente | 2.75 | 2.75 | 2.75 |
| Absorción (%) | 1.60 | 1.70 | 1.65 |

En base a la tabla anterior, se visualiza que, en la primera toma de datos, la muestra 1 obtuvo una absorción de 1.6%, mientras que la muestra 2 obtuvo una absorción de 1.7%, del cual se pudo obtener un promedio de 1.65%.

Continuando con la sección de **gravedad específica y la absorción del agregado grueso**, realizada con dos muestras, del cual, se determinó que no hubo variaciones significativas entre las muestras. Por consiguiente, se puede observar en la tabla 13 los porcentajes de absorción de ambas muestras que fueron del 1.0% y 1.1%.

Tabla 13. Gravedad específica y absorción – agregado grueso

| Peso Unitario | Muestra | | |
|-----------------------------------|---------|------|----------|
| | M-1 | M-2 | Promedio |
| Peso Específico de la Masa S.S.S. | 2.7 | 2.72 | 2.71 |
| Peso Específico de la Masa | 2.67 | 2.69 | 2.68 |
| Peso Relativo Aparente | 2.74 | 2.77 | 2.76 |
| Absorción (%) | 1.0 | 1.1 | 1.05 |

En base a la tabla anterior, se visualiza que, en la primera toma de datos, la muestra 1 obtuvo una absorción de 1.0%, mientras que la muestra 2 obtuvo una absorción de 1.1%, del cual se pudo obtener un promedio de 1.05%.

A continuación, se muestra en la figura 20 la comparativa existente de resultados de absorción del agregado fino y grueso mediante un gráfico.

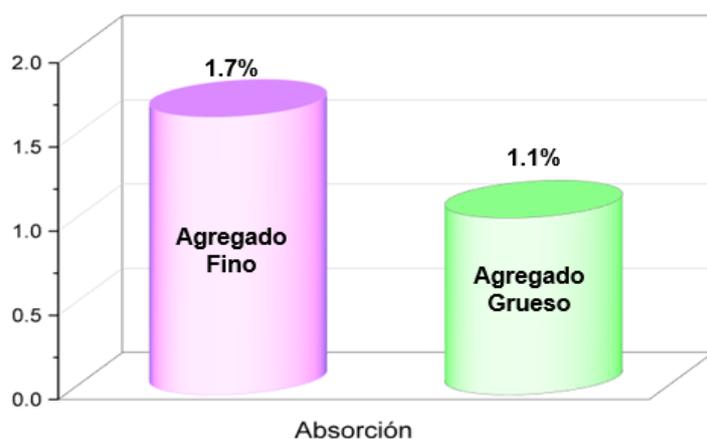


Figura 20. Comparativa de la absorción del agregado fino y grueso
Fuente: Autor, 2024

Una vez que se obtuvieron valores positivos de los agregados finos como también de los gruesos, se procedió con la etapa del **diseño de mezcla**, en donde se expone la propuesta para cada aditivo que se evalúa en la presentación, en donde se revela el meticuloso proceso de planificación y formulación de cada material, así como su proporción que fueron seleccionados cuidadosamente para lograr la

resistencia deseada de la mezcla ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$). A continuación, la tabla 14 se contempla el diseño de la mezcla tanto para el concreto de referencia como para el concreto que contiene las fibras de acero y cenizas de hojas de coca.

Tabla 14. *Diseño de mezcla del concreto con y sin adición*

| Diseño del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ | | | | | | | |
|---|--------------|----------|--------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|--------|
| Tipo de Muestra | Materiales | | | | | | Total |
| | Cemento (kg) | Agua (l) | Agregado Fino (kg) | Agregado Grueso (kg) | Ceniza de Hoja de Coca (kg) | Fibra de acero (kg) | |
| CR | 60.55 | 30.47 | 107.30 | 158.57 | 0 | 0 | 356.89 |
| G - 1 | 59.49 | 30.47 | 105.43 | 158.57 | 1.06 | 1.88 | 356.90 |
| G - 2 | 59.04 | 30.47 | 104.62 | 158.57 | 1.51 | 2.68 | 356.89 |
| G - 3 | 59.49 | 30.47 | 104.62 | 158.57 | 1.06 | 2.68 | 356.89 |
| G - 4 | 59.04 | 30.47 | 105.43 | 158.57 | 1.51 | 1.88 | 356.90 |

Después de tener en cuenta el diseño del concreto para una resistencia de 280 kg/cm^2 , se procedió a realizar una serie de evaluaciones al concreto en estado fresco, para así determinar la variabilidad de resultados existentes que pueda haber entre el concreto referencial y los especímenes experimentales, entre los cuales, se inició con la realización del ensayo de revenimiento o también conocido como asentamiento para saber que tanta fluidez tiene el concreto, los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 15.

Tabla 15. *Ensayo de revenimiento del concreto con y sin adición*

| Ensayo de revenimiento del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ | | | | | |
|---|----------|----------------|-------|-------|-------|
| N° de Réplicas | Muestras | | | | |
| | Patrón | Experimentales | | | |
| | CR | G - 1 | G - 2 | G - 3 | G - 4 |
| M-1 | 4 | 2 3/4 | 1 | 2 | 1 1/2 |
| M-2 | 3 3/4 | 3 | 1 | 2 1/4 | 2 |
| M-3 | 3 3/4 | 2 3/4 | 1 1/4 | 2 1/4 | 1 3/4 |
| Promedio | 3 5/6 | 2 5/6 | 1 | 2 | 1 3/4 |

En base a los resultados obtenidos en el ensayo de revenimiento del concreto, se observó que la trabajabilidad se fue perdiendo a medida que se iba agregando en mayor proporción los aditivos propuestos (cenizas de hojas de coca y fibras de acero), sin embargo, podemos resaltar que la muestra que obtuvo menor cambio respecto al concreto referencial, es el G – 1, que obtuvo un asentamiento de 2 5/6”, mientras que el patrón obtuvo un asentamiento de 3 5/6”, del cual se determinó una diferencia de 26.11% entre las dos muestras, estas diferencias se pueden observar con mayor detalle en la figura 21.

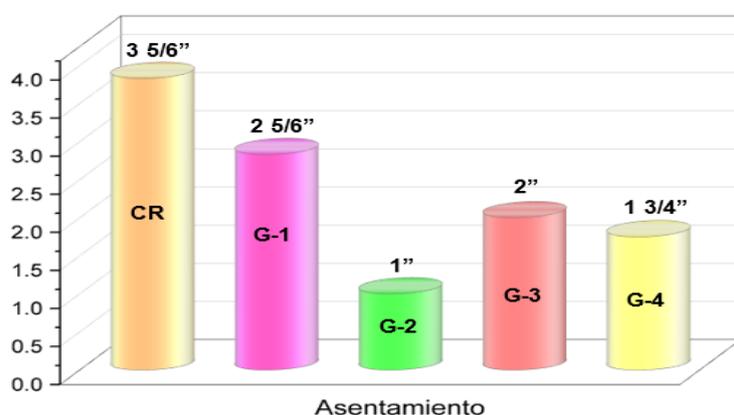


Figura 21. Comparativa de las muestras en asentamiento

Fuente: Autor, 2024

Después de haber evaluado el asentamiento del concreto en estado fresco, se procedió a evaluar las características mecánicas en estado endurecido, entre las cuales, se encuentra el esfuerzo a compresión que consistió en colocar la muestra por 7, 14 y 28 días en un recipiente con agua para que finalmente sea colocado en la prensa hidráulica y se pueda determinar la resistencia máxima de la muestra, los resultados obtenidos de este ensayo a los 7 días se muestran en tabla 16.

Tabla 16. Esfuerzo a compresión al séptimo día

| Ensayo de esfuerzo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días | | | | | |
|---|----------|----------------|--------|--------|--------|
| N° de Réplica | Muestras | | | | |
| | Patrón | Experimentales | | | |
| | CR | G - 1 | G - 2 | G - 3 | G - 4 |
| M-1 | 194.80 | 235.30 | 238.50 | 241.20 | 236.60 |
| M-2 | 238.70 | 243.80 | 218.50 | 244.80 | 260.90 |
| M-3 | 238.90 | 249.40 | 236.60 | 247.60 | 237.70 |
| Promedio | 224.13 | 242.83 | 231.20 | 244.53 | 245.07 |

En base a los resultados obtenidos, se pudo identificar los siguientes datos: El CR obtuvo un esfuerzo promedio de 244.13 kg/cm², por otro lado, las muestras experimentales que corresponden a G - 1, G - 2, G - 3 y G - 4 obtuvieron un esfuerzo promedio de 242.83 kg/cm², 231.20 kg/cm², 244.53 kg/cm² y 245.07 kg/cm² respectivamente, por lo tanto, se determinó que el mejor resultado fue el G-4 con una diferencia de 9.34% en comparación al CR, los resultados obtenidos se pueden visualizar de forma más detallada en la figura 22.

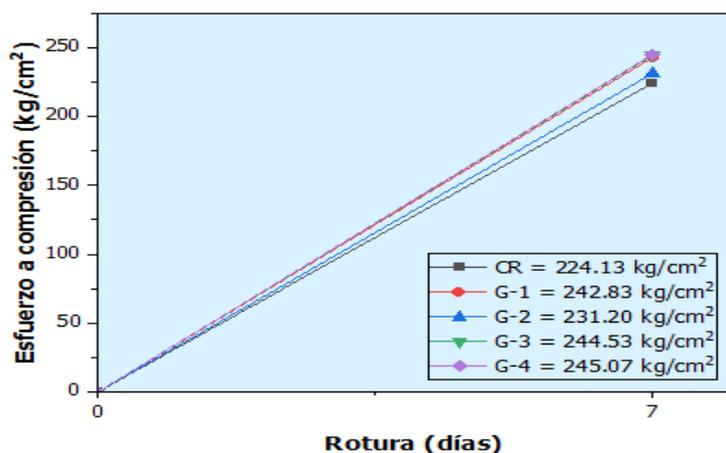


Figura 22. Esfuerzo a compresión al sétimo día
Fuente: Autor, 2024

Por otro lado, se evaluó simultáneamente el esfuerzo a flexión del concreto referencial como las muestras experimentales, del cual se esperó de igual manera que a los 7 días de curado del concreto se pueda pasar por la prensa hidráulica y determinar la resistencia máxima, estos resultados se visualizan en la tabla 17.

Tabla 17. Esfuerzo a flexión al sétimo día

| Ensayo de esfuerzo a flexión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días | | | | | |
|--|----------|----------------|-------|-------|-------|
| N° de Réplica | Muestras | | | | |
| | Patrón | Experimentales | | | |
| | | CR | G - 1 | G - 2 | G - 3 |
| M-1 | 42.70 | 37.50 | 48.00 | 42.50 | 41.10 |
| M-2 | 36.80 | 36.30 | 40.50 | 41.00 | 42.10 |
| M-3 | 39.30 | 46.90 | 39.60 | 41.30 | 36.80 |
| Promedio | 39.60 | 40.23 | 42.70 | 41.60 | 40.00 |

En base a los resultados obtenidos, se pudo identificar los siguientes datos: El CR obtuvo un esfuerzo promedio de 39.50 kg/cm², por otro lado, las muestras

experimentales que corresponden a G - 1, G - 2, G - 3 y G - 4 obtuvieron un esfuerzo promedio de 40.23 kg/cm², 42.70 kg/cm², 41.60 kg/cm² y 40.00 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto, se determinó que el mejor resultado fue el G-2 con una diferencia de 8.10% en comparación al CR, los resultados obtenidos se pueden visualizar de forma más detallada en la figura 23.

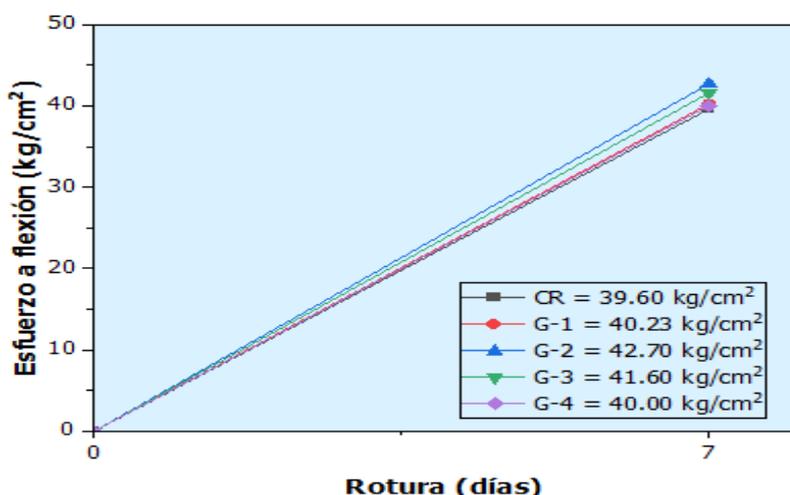


Figura 23. Esfuerzo a flexión al sétimo día

Fuente: Autor, 2024

Posteriormente se procedió a evaluar las muestras después de 14 días del vaciado, para empezar a colocarlas en la prensa hidráulica y determinar el esfuerzo promedio conseguido, para luego ser comparadas entre el concreto referencial y las muestras experimentales, esto se puede visualizar a detalle en la tabla 18.

Tabla 18. Esfuerzo a compresión al décimo cuarto día

| Ensayo de esfuerzo a compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días | | | | | |
|--|----------|----------------|--------|--------|--------|
| N° de Réplica | Muestras | | | | |
| | Patrón | Experimentales | | | |
| | CR | G - 1 | G - 2 | G - 3 | G - 4 |
| M-1 | 237.50 | 261.60 | 289.50 | 246.70 | 268.90 |
| M-2 | 242.60 | 292.80 | 257.60 | 250.10 | 274.30 |
| M-3 | 249.50 | 274.60 | 262.20 | 278.80 | 268.00 |
| Promedio | 243.20 | 276.33 | 269.77 | 258.53 | 270.40 |

Basado en los resultados recopilados, se pudo identificar la siguiente información: El CR alcanzó una resistencia promedio de 243.20 kg/cm². Por otra parte, las muestras experimentales denominadas G - 1, G - 2, G - 3 y G - 4 obtuvieron las siguientes resistencias promedio de 276.33 kg/cm², 269.77 kg/cm², 258.53 kg/cm²

y 270.40 kg/cm², respectivamente. En consecuencia, se determinó que la muestra G-1 presentó el mejor desempeño, con una diferencia de 11.18% por encima del concreto de referencia (CR). Los resultados detallados se pueden apreciar en la figura 24.

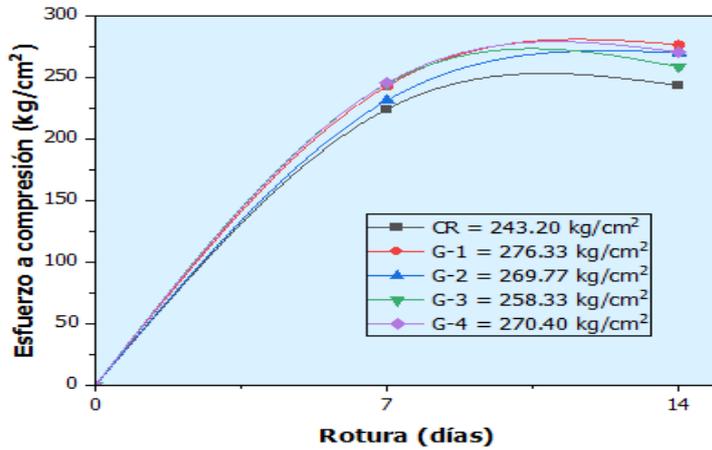


Figura 24. Esfuerzo a compresión al décimo cuarto día
Fuente: Autor, 2024

A continuación, se examinó paralelamente la resistencia a la flexión tanto del concreto de referencia como de las muestras experimentales, del cual, se esperó 14 días después del vaciado para que las vigas pudieran ser sometidas a la prensa hidráulica y así determinar su resistencia promedio a flexión. Los resultados obtenidos se encuentran detallados en la tabla 19.

Tabla 19. Esfuerzo a flexión al décimo cuarto día

| Ensayo de esfuerzo a flexión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días | | | | | |
|---|----------|----------------|-------|-------|-------|
| N° de Réplica | Muestras | | | | |
| | Patrón | Experimentales | | | |
| | CR | G - 1 | G - 2 | G - 3 | G - 4 |
| M-1 | 46.20 | 47.10 | 46.00 | 48.90 | 45.60 |
| M-2 | 45.90 | 48.30 | 48.80 | 48.20 | 48.20 |
| M-3 | 46.00 | 46.50 | 46.70 | 48.30 | 46.50 |
| Promedio | 46.03 | 47.30 | 47.17 | 48.47 | 46.77 |

Según los datos recopilados, se identificaron los siguientes valores: El concreto de referencia (CR) presentó un esfuerzo promedio de 46.03 kg/cm². Por otro lado, las muestras experimentales denominadas G-1, G-2, G-3 y G-4 exhibieron esfuerzos

promedios de 47.30 kg/cm², 47.17 kg/cm², 48.47 kg/cm² y 46.77 kg/cm², respectivamente, por lo tanto, se determinó que la muestra G-3 obtuvo el mejor resultado, con una diferencia de 5.30% en comparación con el CR. Los resultados detallados se pueden apreciar en la figura 25.

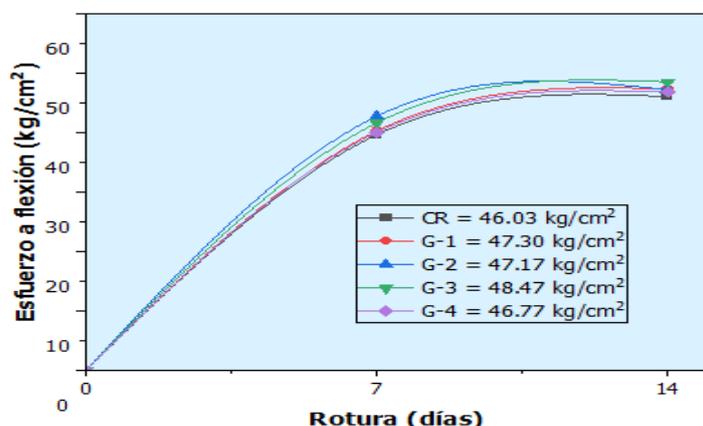


Figura 25. Esfuerzo a flexión al décimo cuarto día

Fuente: Autor, 2024

Después de transcurridos 28 días desde el vaciado, se llevó a cabo la evaluación final de las muestras, en este proceso, cada probeta fue colocada en la prensa hidráulica con el objetivo de determinar su resistencia promedio, para posteriormente realizar una comparación entre el concreto de referencia y las muestras experimentales con el fin de definir si existe alguna diferencia significativa entre los especímenes. Los detalles de esta evaluación se pueden apreciar en la tabla 20.

Tabla 20. Esfuerzo a compresión al vigésimo octavo día

| Ensayo de esfuerzo a compresión del concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días | | | | | |
|---|----------|----------------|--------|--------|--------|
| N° de Réplica | Muestras | | | | |
| | Patrón | Experimentales | | | |
| | CR | G - 1 | G - 2 | G - 3 | G - 4 |
| M-1 | 295.50 | 328.70 | 307.60 | 308.70 | 326.80 |
| M-2 | 309.30 | 328.00 | 318.80 | 303.60 | 319.60 |
| M-3 | 303.70 | 338.40 | 304.90 | 301.70 | 315.50 |
| Promedio | 302.83 | 331.70 | 310.43 | 304.67 | 320.63 |

Según los datos recopilados, se identificó lo siguiente: El concreto de referencia (CR) alcanzó una resistencia promedio de 302.83 kg/cm². Por su parte, las

muestras experimentales denominadas G-1, G-2, G-3 y G-4 presentaron resistencias promedio de 331.70 kg/cm², 310.43 kg/cm², 304.67 kg/cm² y 320.63 kg/cm², respectivamente. En consecuencia, se determinó que la muestra G-1 obtuvo el mejor rendimiento, superando al concreto de referencia (CR) por un 9.53%. Los resultados detallados se pueden visualizar en la figura 25.

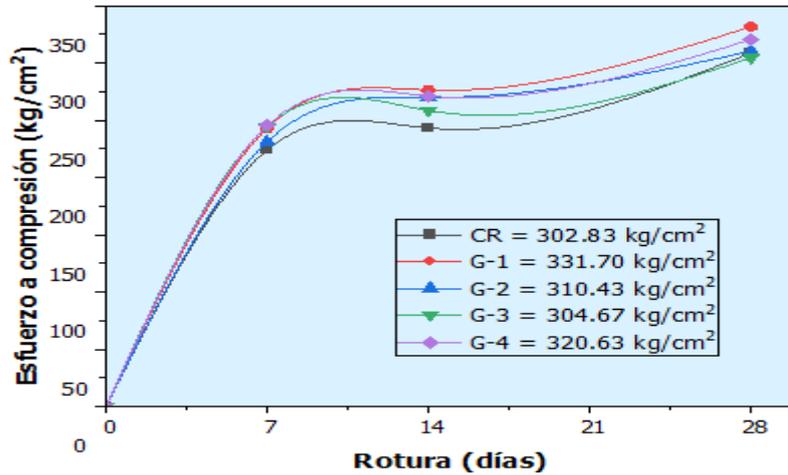


Figura 26. Esfuerzo a compresión al vigésimo octavo día

Fuente: Autor, 2024

Por otra parte, de igual manera se evaluó el esfuerzo a flexión de las vigas de concreto después de los 28 días de curado, en donde se determinó el esfuerzo máximo obtenido de las muestras experimentales con la finalidad de estimar y determinar que tanta influencia tiene las cenizas de hojas de coca y fibras de acero sobre las características mecánicas del concreto, los resultados obtenidos se pueden visualizar de forma detallada en la tabla 21.

Tabla 21. Esfuerzo a flexión al vigésimo octavo día

| Ensayo de esfuerzo a flexión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días | | | | | |
|---|----------|----------------|-------|-------|-------|
| N° de Réplica | Muestras | | | | |
| | Patrón | Experimentales | | | |
| | CR | G - 1 | G - 2 | G - 3 | G - 4 |
| M-1 | 53.30 | 49.30 | 51.30 | 54.30 | 49.20 |
| M-2 | 52.90 | 47.50 | 53.10 | 49.90 | 46.90 |
| M-3 | 53.40 | 50.60 | 56.00 | 49.90 | 49.10 |
| Promedio | 53.20 | 49.13 | 53.47 | 51.37 | 48.40 |

Basado en los datos recopilados, se encontró la siguiente información: El concreto de referencia (CR) logró una resistencia promedio de 53.20 kg/cm². En cuanto a las muestras experimentales, las denominadas G-1, G-2, G-3 y G-4 exhibieron resistencias promedio de 49.13 kg/cm², 53.47 kg/cm², 51.37 kg/cm² y 48.40 kg/cm², respectivamente. Se determinó que la muestra G-2 obtuvo el mejor desempeño, superando al concreto de referencia (CR) en un 0.51%. Los resultados detallados se pueden apreciar en la figura 26.

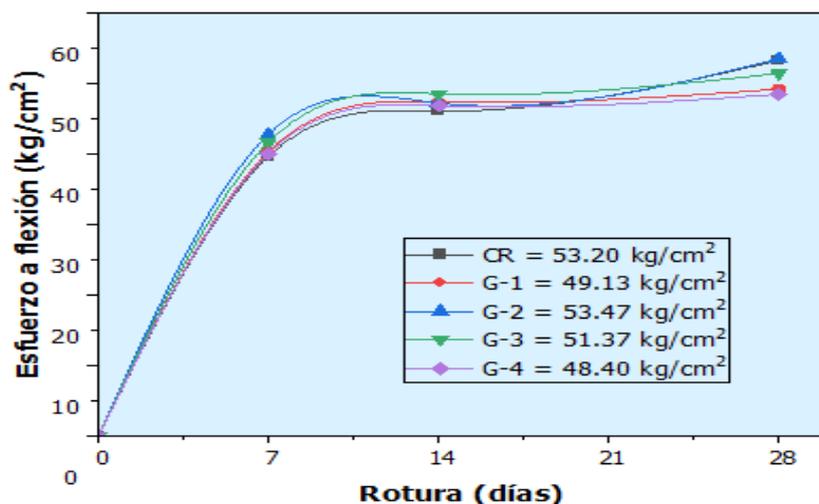


Figura 27. Esfuerzo a flexión al vigésimo octavo día
Fuente: Autor, 2024

Posterior al procesamiento e interpretación de resultados, se prosiguió con la **contrastación de hipótesis**, del cual se inició con la evaluación de la **prueba de normalidad** para **las características físicas** tales como el **asentamiento** mediante la prueba de **Shapiro Wilk**, así como se observa en la tabla 22.

Tabla 22. Test de normalidad del asentamiento

| Prueba de normalidad | | | | |
|----------------------|-------|-------------|----|---------------|
| Prueba | Grupo | Estadístico | gl | Significancia |
| Kolmogorov-Smirnoov | CR | 0.373 | 3 | . |
| | G-1 | 0.373 | 3 | . |
| | G-2 | 0.373 | 3 | . |
| | G-3 | 0.373 | 3 | . |
| | G-4 | 0.175 | 3 | . |
| Shapiro Wilk | CR | 0.780 | 3 | 0.067 |
| | G-1 | 0.780 | 3 | 0.067 |
| | G-2 | 0.780 | 3 | 0.067 |
| | G-3 | 0.779 | 3 | 0.065 |
| | G-4 | 1.000 | 3 | 1.000 |

Basándose en los resultados obtenidos durante el **test de normalidad** del ensayo de **asentamiento**, se afirmó dicha distribución normal de datos debido a que la significancia (0.067, 0.067, 0.067, 0.065 y 1.000) superan al alfa mínima requerida (0.05) para obtener tal denominación, por consiguiente, se procedió a formular las hipótesis nula y alternativa:

- **Hipótesis Nula:** Una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero **no** modifican el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos.
- **Hipótesis Alternativa:** Una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero modifican el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos.

Seguidamente se tomaron los datos obtenidos del **asentamiento** para procesarlos en el **análisis de varianzas** considerando las muestras con contenido de los materiales propuestos (cenizas de hoja de coca y fibras de acero) con el propósito principal de demostrar el nivel de incidencia de estos sobre el concreto ante el revenimiento, esto se observa en la tabla 23.

Tabla 23. ANOVA del asentamiento

| Grupo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|--------|
| Entre grupos | 13.303 | 4 | 3.326 | 115.240 | <0.001 |
| Dentro de grupos | 0.289 | 10 | 0.029 | | |
| Total | 13.592 | 14 | | | |

Basándose en lo visualizado en la tabla 23 sobre la determinación del **análisis de varianzas** del **asentamiento**, se puede determinar que el nivel de significancia es de 0.001, por lo tanto, al ser un dato inferior a 0.05, se consideró rechazar la hipótesis nula y por tanto, aceptar la alternativa.

A continuación, se muestra la **Prueba de Post-Hoc de HSD Tukey** para **asentamiento** para definir en que grupo se está produciendo mayor impacto respecto a las adiciones propuestas, esto se puede visualizar en la tabla 24.

Tabla 24. Post-Hoc de HSD Tukey de asentamiento

| Comparaciones múltiples para Asentamiento | | | | | | |
|---|-----------------|----------------------------------|----------------|-------|----------------------------------|--------------------|
| (I) Muestras | (J) Muestras | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| CR | G-1 | 1.00000* | 0.13871 | 0.000 | 0.5435 | 1.4565 |
| | G-2 | 2.75000* | 0.13871 | 0.000 | 2.2935 | 3.2065 |
| | G-3 | 1.66667* | 0.13871 | 0.000 | 1.2102 | 2.1232 |
| | G-4 | 2.08667* | 0.13871 | 0.000 | 1.6302 | 2.5432 |
| G-1 | CR | -1.00000* | 0.13871 | 0.000 | -1.4565 | -0.5435 |
| | G-2 | 1.75000* | 0.13871 | 0.000 | 1.2935 | 2.2065 |
| | G-3 | .66667* | 0.13871 | 0.005 | 0.2102 | 1.1232 |
| | G-4 | 1.08667* | 0.13871 | 0.000 | 0.6302 | 1.5432 |
| G-2 | CR | -2.75000* | 0.13871 | 0.000 | -3.2065 | -2.2935 |
| | G-1 | -1.75000* | 0.13871 | 0.000 | -2.2065 | -1.2935 |
| | G-3 | -1.08333* | 0.13871 | 0.000 | -1.5398 | -0.6268 |
| | G-4 | -.66333* | 0.13871 | 0.005 | -1.1198 | -0.2068 |
| G-3 | CR | -1.66667* | 0.13871 | 0.000 | -2.1232 | -1.2102 |
| | G-1 | -.66667* | 0.13871 | 0.005 | -1.1232 | -0.2102 |
| | G-2 | 1.08333* | 0.13871 | 0.000 | 0.6268 | 1.5398 |
| | G-4 | 0.42000 | 0.13871 | 0.075 | -0.0365 | 0.8765 |
| G-4 | CR | -2.08667* | 0.13871 | 0.000 | -2.5432 | -1.6302 |
| | G-1 | -1.08667* | 0.13871 | 0.000 | -1.5432 | -0.6302 |
| | G-2 | .66333* | 0.13871 | 0.005 | 0.2068 | 1.1198 |
| | G-3 | -0.42000 | 0.13871 | 0.075 | -0.8765 | 0.0365 |

Basándose en los datos obtenidos previamente, se estima que se producen cambios al tener una significancia de 0.000, del CR respecto a las demás muestras.

Por otro lado, se presentan **las medias** de asentamiento para determinar el promedio en cada muestra evaluada, esto se puede categorizar en subconjuntos tal como se detalla en la tabla 25.

Tabla 25. Medias de asentamiento

| Medias de los grupos para Asentamiento | | | | | |
|--|---|------------------------------|--------|--------|--------|
| Muestras | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| G-2 | 3 | 1.0867 | | | |
| G-4 | 3 | | 1.7500 | | |
| G-3 | 3 | | 2.1700 | | |
| G-1 | 3 | | | 2.8367 | |
| CR | 3 | | | | 3.8367 |
| Sig. | | 1.000 | 0.075 | 1.000 | 1.000 |

Finalmente, en la figura 28 se puede mostrar los intervalos de los datos de asentamiento, que se encuentra firmemente estructuradas y organizadas en un gráfico.

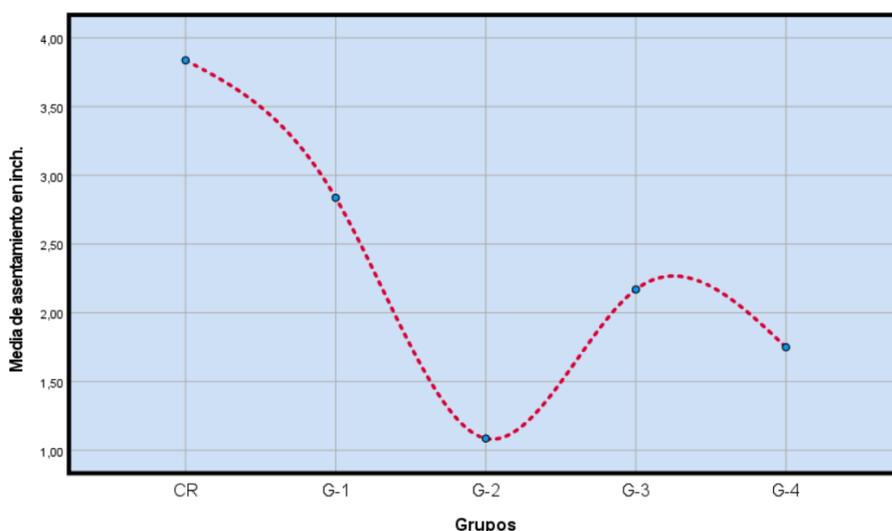


Figura 28. Gráfico de intervalos de asentamiento

Fuente: Autor, 2024

Decisión

Respecto a los datos adquiridos durante la contrastación de hipótesis mediante el análisis de varianzas, se determinó un nivel de significancia de 0.001 es decir, inferior a 0.05, por lo tanto, se determinó que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos, se aceptó la h_1 (Hipótesis alternativa), y la hipótesis planteada es verdadera, por consiguiente, se determinó que una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero modifica asentamiento de manera negativa, puesto que todos los grupos experimentales resultaron inferiores al patrón, no obstante, el grupo 1 conformado por 1.75% CHC + 1.75% FA resultó el menos afectado de entre las muestras, permitiendo que no se pierda la trabajabilidad en mayor magnitud.

Posterior a la **contrastación de hipótesis** de la **característica física asentamiento**, se continuó con la **contrastación de hipótesis** de las **características mecánicas**, del cual se inició con la evaluación de la **prueba de normalidad de esfuerzo compresivo** mediante la prueba de **Shapiro Wilk**, así como se observa en la tabla 26.

Tabla 26. Test de normalidad del esfuerzo a compresión

| Prueba de normalidad | | | | |
|----------------------|-------|-------------|----|---------------|
| Prueba | Grupo | Estadístico | gl | Significancia |
| Kolmogorov-Smirnoov | CR | 0.216 | 3 | . |
| | G-1 | 0.364 | 3 | . |
| | G-2 | 0.316 | 3 | . |
| | G-3 | 0.283 | 3 | . |
| | G-4 | 0.238 | 3 | . |
| Shapiro Wilk | CR | 0.988 | 3 | 0.793 |
| | G-1 | 0.800 | 3 | 0.115 |
| | G-2 | 0.889 | 3 | 0.352 |
| | G-3 | 0.935 | 3 | 0.507 |
| | G-4 | 0.976 | 3 | 0.700 |

Basándose en los resultados obtenidos durante el **test de normalidad** del ensayo de **esfuerzo compresivo**, se afirmó dicha distribución normal de datos debido a que la significancia (0.793, 0.115, 0.352, 0.507 y 0.700) superan al alfa mínima requerida (0.05) para obtener tal denominación, por consiguiente, se procedió a formular las hipótesis nula y alternativa:

- **Hipótesis Nula:** Un porcentaje establecido de cenizas de hojas de coca y fibras de acero **no** altera la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos.
- **Hipótesis Alternativa:** Un porcentaje establecido de cenizas de hojas de coca y fibras de acero altera la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos.

Seguidamente se tomaron los datos obtenidos del **esfuerzo compresivo** para procesarlos en el **análisis de varianzas** considerando las muestras con contenido de los materiales propuestos (cenizas de hoja de coca y fibras de acero) con el propósito principal de demostrar el nivel de incidencia de estos sobre el concreto ante esfuerzos compresivos, esto se observa en la tabla 27.

Tabla 27. ANOVA del esfuerzo a compresión

| Grupo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|--------|
| Entre grupos | 1745.411 | 4 | 436.353 | 11.980 | <0.001 |
| Dentro de grupos | 364.227 | 10 | 36.423 | | |
| Total | 2109.637 | 14 | | | |

Basándose en lo visualizado en la tabla 27 sobre la determinación del **análisis de varianzas** del **esfuerzo compresivo**, se puede determinar que el nivel de significancia es de 0.001, por lo tanto, al ser un dato inferior a 0.05, se consideró rechazar la hipótesis nula y por tanto, aceptar la alternativa.

A continuación, se muestra la **Prueba de Post-Hoc de HSD Tukey** para **esfuerzo compresivo** para definir en que grupo se está produciendo mayor impacto respecto a las adiciones propuestas, esto se puede visualizar en la tabla 28.

Tabla 28. Post-Hoc de HSD Tukey de esfuerzo a compresión

| Comparaciones múltiples para Esfuerzo a Compresión | | | | | | |
|--|--------------|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------|
| (I) Muestras | (J) Muestras | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| CR | G-1 | -28.86667* | 4.92765 | 0.001 | -45.0840 | -12.6494 |
| | G-2 | -7.60000 | 4.92765 | 0.561 | -23.8173 | 8.6173 |
| | G-3 | -1.83333 | 4.92765 | 0.995 | -18.0506 | 14.3840 |
| | G-4 | -17.80000* | 4.92765 | 0.030 | -34.0173 | -1.5827 |
| G-1 | CR | 28.86667* | 4.92765 | 0.001 | 12.6494 | 45.0840 |
| | G-2 | 21.26667* | 4.92765 | 0.010 | 5.0494 | 37.4840 |
| | G-3 | 27.03333* | 4.92765 | 0.002 | 10.8160 | 43.2506 |
| | G-4 | 11.06667 | 4.92765 | 0.239 | -5.1506 | 27.2840 |
| G-2 | CR | 7.60000 | 4.92765 | 0.561 | -8.6173 | 23.8173 |
| | G-1 | -21.26667* | 4.92765 | 0.010 | -37.4840 | -5.0494 |
| | G-3 | 5.76667 | 4.92765 | 0.767 | -10.4506 | 21.9840 |
| | G-4 | -10.20000 | 4.92765 | 0.303 | -26.4173 | 6.0173 |
| G-3 | CR | 1.83333 | 4.92765 | 0.995 | -14.3840 | 18.0506 |
| | G-1 | -27.03333* | 4.92765 | 0.002 | -43.2506 | -10.8160 |
| | G-2 | -5.76667 | 4.92765 | 0.767 | -21.9840 | 10.4506 |
| | G-4 | -15.96667 | 4.92765 | 0.054 | -32.1840 | 0.2506 |
| G-4 | CR | 17.80000* | 4.92765 | 0.030 | 1.5827 | 34.0173 |
| | G-1 | -11.06667 | 4.92765 | 0.239 | -27.2840 | 5.1506 |
| | G-2 | 10.20000 | 4.92765 | 0.303 | -6.0173 | 26.4173 |
| | G-3 | 15.96667 | 4.92765 | 0.054 | -0.2506 | 32.1840 |

Basándose en los datos obtenidos previamente, se estima que se producen cambios en el grupo 1 y grupo 4 al tener una significancia de 0.001 y 0.030.

Por otro lado, se presentan **las medias** de esfuerzo compresivo para determinar el promedio en cada muestra evaluada, esto se puede categorizar en subconjuntos tal como se detalla en la tabla 29.

Tabla 29. Medias de esfuerzo a compresión

| Medias de los grupos para Resistencia a Compresión | | | | |
|--|---|------------------------------|----------|----------|
| Muestras | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| CR | 3 | 302.8333 | | |
| G-3 | 3 | 304.6667 | 304.6667 | |
| G-2 | 3 | 310.4333 | 310.4333 | |
| G-4 | 3 | | 320.6333 | 320.6333 |
| G-1 | 3 | | | 331.7000 |
| Sig. | | 0.561 | 0.054 | 0.239 |

Finalmente, en la figura 29 se puede mostrar los intervalos de los datos de esfuerzo compresivo, que se encuentran firmemente estructuradas y organizadas en un gráfico.

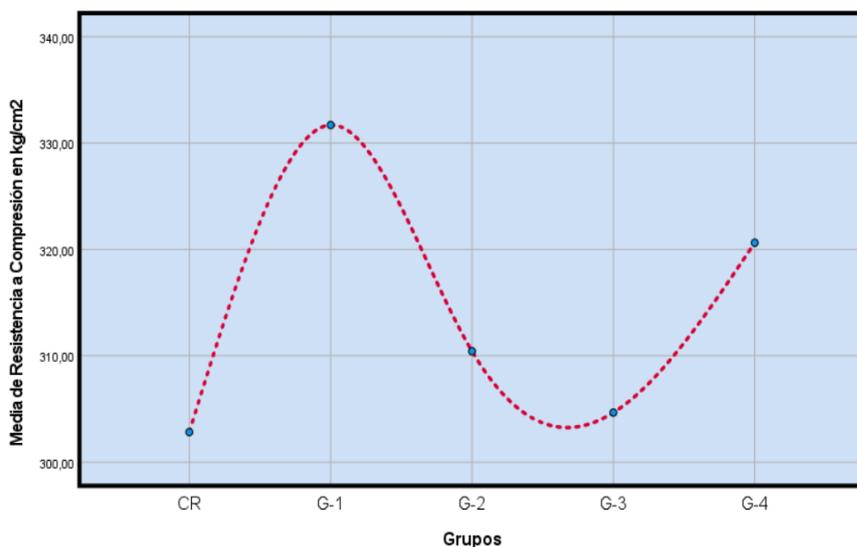


Figura 29. Gráfico de intervalos de esfuerzo a compresión

Fuente: Autor, 2024

Decisión

Respecto a los datos adquiridos durante la contrastación de hipótesis mediante el análisis de varianzas, se determinó un nivel de significancia de 0.001 es decir,

inferior a 0.05, por lo tanto, se determinó que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos, se aceptó la h_1 (Hipótesis alternativa), y la hipótesis planteada es verdadera, por consiguiente, se determinó que un porcentaje establecido de cenizas de hojas de coca y fibras de acero altera la resistencia a compresión de manera positiva, debido que todos los grupos experimentales resultaron superiores al patrón, no obstante, el grupo 1 conformado por 1.75% CHC + 1.75% FA resultó el más favorable entre las demás muestras.

Posterior a la **contrastación de hipótesis** de la **característica mecánica esfuerzo a compresión**, se continuó con la **contrastación de hipótesis** del **esfuerzo a flexión**, del cual se inició con la evaluación de la **prueba de normalidad** mediante la prueba de **Shapiro Wilk**, así como se observa en la tabla 30.

Tabla 30. Test de normalidad del esfuerzo a flexión

| Prueba de normalidad | | | | |
|----------------------|-------|-------------|----|---------------|
| Prueba | Grupo | Estadístico | gl | Significancia |
| Kolmogorov-Smirnov | CR | 0.314 | 3 | . |
| | G-1 | 0.209 | 3 | . |
| | G-2 | 0.228 | 3 | . |
| | G-3 | 0.385 | 3 | . |
| | G-4 | 0.372 | 3 | . |
| Shapiro Wilk | CR | 0.893 | 3 | 0.363 |
| | G-1 | 0.991 | 3 | 0.823 |
| | G-2 | 0.982 | 3 | 0.743 |
| | G-3 | 0.750 | 3 | 0.057 |
| | G-4 | 0.783 | 3 | 0.080 |

Basándose en los resultados obtenidos durante el **test de normalidad** del ensayo de **esfuerzo a flexión**, se afirmó dicha distribución normal de datos debido a que la significancia (0.249, 0.586, 0.545, 0.057 y 0.080) superan al alfa mínima requerida (0.05) para obtener tal denominación, por consiguiente, se procedió a formular las hipótesis nula y alternativa:

- **Hipótesis Nula:** Una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero **no** modifican la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos.
- **Hipótesis Alternativa:** Una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero modifican la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos.

Seguidamente se tomaron los datos obtenidos del **esfuerzo a flexión** para procesarlos en el **análisis de varianzas** considerando las muestras con contenido de los materiales propuestos (cenizas de hoja de coca y fibras de acero) con el propósito principal de demostrar el nivel de incidencia de estos sobre el concreto ante esfuerzos flexores, esto se observa en la tabla 31.

Tabla 31. ANOVA del esfuerzo a flexión

| Grupo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| Entre grupos | 63.717 | 4 | 15.929 | 4.898 | 0.019 |
| Dentro de grupos | 32.520 | 10 | 3.252 | | |
| Total | 96.237 | 14 | | | |

Basándose en lo visualizado en la tabla 27 sobre la determinación del **análisis de varianzas** del **esfuerzo a flexión**, se puede determinar que el nivel de significancia es de 0.019, por lo tanto, al ser un dato inferior a 0.05, se consideró rechazar la hipótesis alternativa y por tanto, aceptar la nula.

A continuación, se muestra la **Prueba de Post-Hoc de HSD Tukey** para **esfuerzo a flexión** para definir en que grupo se está produciendo mayor impacto respecto a las adiciones propuestas, esto se puede visualizar en la tabla 32.

Tabla 32. Post-Hoc de HSD Tukey de esfuerzo a flexión

| Comparaciones múltiples para Resistencia a Flexión | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------------|----------------|-------|----------------------------------|--------------------|
| (I) Muestras | (J) Muestras | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| CR | G-1 | 4.06667 | 1.47241 | 0.113 | -0.7792 | 8.9125 |
| | G-2 | -0.26667 | 1.47241 | 1.000 | -5.1125 | 4.5792 |
| | G-3 | 1.83333 | 1.47241 | 0.727 | -3.0125 | 6.6792 |
| | G-4 | 4.80000 | 1.47241 | 0.052 | -0.0458 | 9.6458 |
| G-1 | CR | -4.06667 | 1.47241 | 0.113 | -8.9125 | 0.7792 |
| | G-2 | -4.33333 | 1.47241 | 0.086 | -9.1792 | 0.5125 |
| | G-3 | -2.23333 | 1.47241 | 0.575 | -7.0792 | 2.6125 |
| | G-4 | 0.73333 | 1.47241 | 0.986 | -4.1125 | 5.5792 |
| G-2 | CR | 0.26667 | 1.47241 | 1.000 | -4.5792 | 5.1125 |
| | G-1 | 4.33333 | 1.47241 | 0.086 | -0.5125 | 9.1792 |
| | G-3 | 2.10000 | 1.47241 | 0.626 | -2.7458 | 6.9458 |
| | G-4 | 5.06667* | 1.47241 | 0.040 | 0.2208 | 9.9125 |
| G-3 | CR | -1.83333 | 1.47241 | 0.727 | -6.6792 | 3.0125 |
| | G-1 | 2.23333 | 1.47241 | 0.575 | -2.6125 | 7.0792 |
| | G-2 | -2.10000 | 1.47241 | 0.626 | -6.9458 | 2.7458 |
| | G-4 | 2.96667 | 1.47241 | 0.325 | -1.8792 | 7.8125 |
| G-4 | CR | -4.80000 | 1.47241 | 0.052 | -9.6458 | 0.0458 |
| | G-1 | -0.73333 | 1.47241 | 0.986 | -5.5792 | 4.1125 |
| | G-2 | -5.06667* | 1.47241 | 0.040 | -9.9125 | -0.2208 |
| | G-3 | -2.96667 | 1.47241 | 0.325 | -7.8125 | 1.8792 |

Basándose en los datos obtenidos previamente, se estima que se producen cambios en los grupos en donde se denota mayor diferencia en el grupo 1.

Por otro lado, se presentan **las medias** de esfuerzo a flexión para determinar el promedio en cada muestra evaluada, esto se puede categorizar en subconjuntos tal como se detalla en la tabla 33.

Tabla 33. Medias de esfuerzo a flexión

| Medias de los grupos para Resistencia a Flexión | | | |
|---|---|------------------------------|---------|
| Muestras | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| G-4 | 3 | 48.4000 | |
| G-1 | 3 | 49.1333 | 49.1333 |
| G-3 | 3 | 51.3667 | 51.3667 |
| CR | 3 | 53.2000 | 53.2000 |
| G-2 | 3 | | 53.4667 |
| Sig. | | 0.052 | 0.086 |

Finalmente, en la figura 30 se puede mostrar los intervalos de los datos de esfuerzo a flexión, que se encuentran firmemente estructuradas y organizadas en un gráfico.

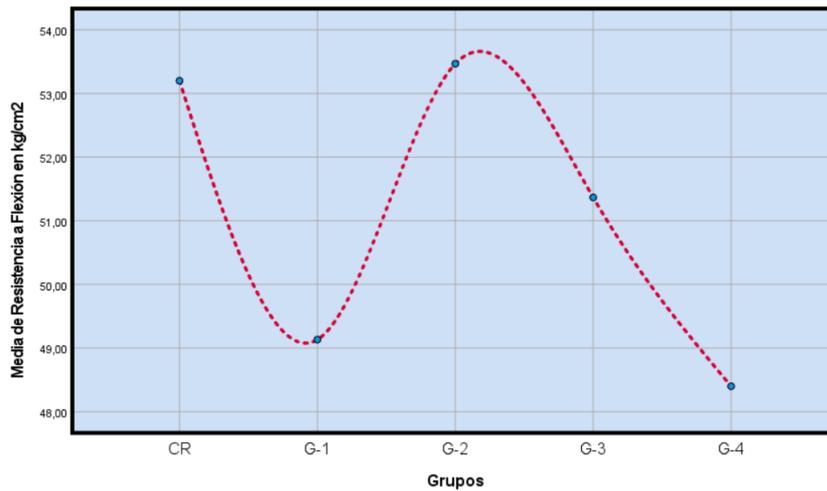


Figura 30. Gráfico de intervalos de esfuerzo a flexión

Fuente: Autor, 2024

Decisión

Respecto a los datos adquiridos durante la contrastación de análisis mediante el análisis de varianzas, se determinó un nivel de 0.019, es decir, inferior a 0.05, por lo tanto, se determinó que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos, se aceptó la h1 (Hipótesis alternativa), y la hipótesis planteada es verdadera, por consiguiente, se determinó que una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero modifica la resistencia a flexión, en su mayoría negativos, no obstante, el grupo 2 conformado por 2.50% CHC + 2.50% FA resultó el más favorable entre las demás muestras.

IV. DISCUSIÓN

Como primera discusión para el asentamiento, en el estudio de Caballero, Damiani y Ruiz (2021) quienes evaluaron diseños de 175, 210, 280 y 350 kg/cm², observándose que la adición de materiales suplementarios generalmente redujo el revenimiento en comparación con las muestras patrón, donde para 175 kg/cm² la muestra patrón tuvo 4" mientras que las experimentales variaron de 2 3/4" a 4 1/8". Este comportamiento se repitió en los otros diseños, con disminuciones de hasta 2" respecto al patrón, no obstante, en el diseño de 210 kg/cm² los resultados fueron más estables con valores de 4", 4 1/2", 4" y 3 3/4" para los valores experimentales junto a un patrón de 4". Los autores De la Cruz, Juarez y Sánchez (2023) percibieron asentamientos de 3.7" para su muestreo control, de este modo se comparó con los experimentales de 2, 4 y 6% los cuales presentaron valores de 2.7, 2.42 y 1.98", mostrando diferencias desde un 27%. En el presente estudio, la muestra de referencia exhibió un revenimiento de 3.83", el cual se vio reducido en todas las mezclas con CHC y FA, llegando a 1" para G-2 (2.5% CHC + 2.5% FA), G-4 (2.50% CHC + 1.75% FA) con 1.75", G-3 (1.75% CHC + 2.50%) obtuvo un revenimiento de 2 y 2.83" para el G-1 (1.75% CHC + 1.75% FA).

Como segunda discusión para la resistencia a compresión, los estudios analizados demuestran que la adición de fibras y otros materiales suplementarios al concreto puede mejorar significativamente su resistencia a la compresión, como referencia se tuvo a Khan et al. (2022) encontraron que agregar hasta un 2% de fibras de 3" y 4" de longitud incrementó el esfuerzo aproximadamente un 37.5% en comparación con el espécimen inicial, mientras que con porcentajes mayores al 2% resultaron contraproducentes. De manera similar, Abdi y Ali (2021) reportaron que al incorporar fibras de acero a la mezcla de concreto los resultados fueron de 44.7 MPa al 0.25% y 44 MPa fue con 0.5% junto a un patrón de 47.2 MPa, ello evaluados al día 28, no obstante, al día 42 los resultados fueron de 53.4 MPa para el patrón, con 0.25% mostró 52.6 MPa y en 0.5% 52.3 MPa. Por otro lado, Pereira, L. et al. (2021) obtuvieron resultados variados al presentar el diseño de concreto con cenizas, esto mostró resultados de 38 MPa para el patrón y de 37 MPa, 37 MPa y 36 MPa con los valores adicionados de 10, 20 y 30%, mostrando diferencias del 2.63%. En el estudio, la incorporación de CHC y FA también modificó la resistencia,

alcanzando un máximo de 9.4% sobre la muestra de referencia con la mezcla G-1 (1.75% CHC + 1.75% FA). Estos hallazgos sugieren que la adición controlada de fibras y materiales suplementarios es una estrategia efectiva para optimizar el desempeño del concreto.

Como tercera discusión para la resistencia a flexión, el estudio de Khan et al. (2022) manifiesta que al aumentar el porcentaje de adición de fibras de 1% a 4%, la resistencia del concreto se incrementó de 790-750 Psi a 1280-1180 Psi, en comparación con la muestra patrón de 560 Psi. Murthi, Poongodi y Gobinath (2021) obtuvieron que la adición de fibras en porcentajes de 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, 1.25% y 1.5% mejoró en gran medida la resistencia flectora, siendo el patrón de 3.75 MPa, y para las otras pruebas experimentales fueron de 5.05, 5.3, 5.4, 5.45, 5.3 y 5.1 MPa respectivamente, donde en la mejor muestra experimental se tuvo una diferencia del 45%. En el estudio presente, la muestra de referencia tuvo 53.2 kg/cm² de resistencia, mientras que las muestras con adiciones de CHC y FA en diferentes proporciones variaron de 48.4 a 53.47 kg/cm².

V. CONCLUSIONES

En conclusión general, se identificaron los siguientes hallazgos principales: para los resultados de los ensayos de **revenimiento** se obtuvo los siguientes datos: el concreto guía obtuvo un asentamiento de $3 \frac{5}{6}$ ", para los grupos experimentales como el G1 tuvo un asentamiento de $2 \frac{5}{6}$ ", el G2 tuvo un asentamiento de 1", el G3 tuvo un asentamiento de 2" y por último el G4 tuvo asentamiento de $1 \frac{3}{4}$ ", el cual, el grupo más favorable fue el G2 respecto al concreto guía con una diferencia de 26.10%. por otro lado, **resistencia a compresión** se obtuvo los siguientes datos: el concreto guía logro alcanzar una resistencia de 302.83 kg/cm^2 , además, los resultados de los grupos experimentales como el G1 fue de 331.70 kg/cm^2 , el G2 obtuvo 310.43 kg/cm^2 , el G3 obtuvo un 304.67 kg/cm^2 y por último el G4 obtuvo un 320.63 kg/cm^2 , el cual, el grupo más favorable respecto al grupo patrón fue el grupo G1, el cual se tiene un 9.53% en mejora respecto patrón; por último, para la **resistencia a flexión** se obtuvo los siguientes datos: el concreto guía obtuvo una resistencia de 53.20 kg/cm^2 , para los grupos experimentales como el G1 obtuvo una resistencia de 49.13 kg/cm^2 , el G2 obtuvo una resultado de 53.47 kg/cm^2 , el G3 obtuvo un resultado de 51.37 kg/cm^2 y por último el G4 tuvo un resultado de 48.40 kg/cm^2 , el cual, el grupo más favorable respecto al concreto guía fue de G3 con un mejoramiento de 0.51%

Como conclusión específica 1, se identificaron los siguientes resultados para la resistencia a revenimiento: el concreto guía obtuvo un asentamiento de $3 \frac{5}{6}$ ", para los grupos experimentales como el G-1 tuvo un asentamiento de $2 \frac{5}{6}$ ", el G-2 tuvo un asentamiento de 1", el G-3 tuvo un asentamiento de 2" y por último el G-4 tuvo asentamiento de $1 \frac{3}{4}$ ", el cual, el grupo más favorable fue el G2 respecto al concreto guía con una diferencia de 26.10%.

Como conclusión específica 2, se identificaron los siguientes resultados para la resistencia a compresión: El concreto guía logró alcanzar una resistencia de 302.83 kg/cm^2 , por ende, para los resultados de los grupos experimentales como el G-1 fue de 331.70 kg/cm^2 , el G-2 obtuvo 310.43 kg/cm^2 , el G-3 obtuvo un 304.67 kg/cm^2 y por último el G-4 obtuvo un 320.63 kg/cm^2 , el cual, el grupo más favorable respecto al grupo patrón fue el grupo G-1, el cual consiguió un 9.53% en mejora respecto patrón.

Como conclusión específica 3, se identificaron los siguientes resultados para la resistencia a flexión: el concreto guía obtuvo una resistencia de 53.20 kg/cm², para los grupos experimentales como el G-1 obtuvo un esfuerzo máximo de 49.13 kg/cm², el G-2 adquirió 53.47 kg/cm², el G-3 adquirió 51.37 kg/cm² y por último el G-4 adquirió 48.40 kg/cm², evidenciando que el grupo más favorable respecto al concreto guía fue de G-3 con un mejoramiento de 0.51%.

VI. RECOMENDACIONES

- Es recomendable llevar a cabo investigaciones que incorporen cenizas de hojas de coca y fibras de acero con menores cantidades para mejorar su trabajabilidad y no comprometer a los ensayos de mecánicos del concreto.
- Es aconsejable realizar el experimento y evaluar los datos obtenidos en un espacio dedicado a la investigación experimental, como un laboratorio acreditado, empleando instrumentos con calibración adecuada.
- Es recomendable seguir estrictamente los protocolos definidos en la Normativa Técnica del Perú, además de otras regulaciones aplicables, al realizar las pruebas en el laboratorio.
- Es aconsejable conducir estudios que incluyan diversos tipos de materiales que puedan ser reutilizados para impulsar el progreso en este campo específico.

REFERENCIAS

ABDI, Mehrdad y ALI, Ramezan. Prediction of the tensile strength of normal and steel fiber reinforced concrete exposed to high temperatures. *International Journal of Concrete Structures and Materials* [en línea]. Vol. 15 N°1, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40069-021-00485-6>

ISSN: 2234-1315

ANALYSIS of erythroxylum coca leaves by imaging mass spectrometry (MALDI–FT–ICR IMS) por Nayara, Dos Santos [et al.] *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* [en línea]. Vol. 32, n°4: 946–955, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jasms.0c00449>

ISSN: 1879-1123

A practical guide to data analysis in general literature reviews por Popenoe Rebecca [et al.]. *Nordic Journal of Nursing Research* [en línea]. Vol. 41 n° 4: 175-186, diciembre 2021 [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1177/2057158521991949>

ISSN: 2057-1593

ARIAS, Jose. Guía para elaborar la operacionalización de variables. *SciELO* [en línea]. Vol. 10 n°28, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a02>

ISSN: 2007-6703

ARROYO Valenciano, Juan. Las variables como elemento sustancial en el método científico. *Revista Educación* [en línea]. Vol. 1 N°1: 1-11, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.45609>

ISSN: 2215-2644

BABATOLA, Oluwatosin y ARUM, Chinwuba. Determination of the compressive strength of concrete from binary cement and ternary aggregates. *Open Journal of*

Civil Engineering [en línea]. Vol. 10 N°1: 1-8, 2020. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.4236/ojce.2020.104029>

ISSN: 2164-3172

BAMBOO leaf ash for use as mineral addition with portland cement por Lucas, Pereira [et al]. *Journal of Building Engineering* [en línea]. Vol. 42 N°1, junio 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102769>

ISSN: 2352-7102

BHARDWAJ, Pooja. Types of sampling in research. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences* [en línea]. Vol. 5 N°3: 1, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: https://doi.org/10.4103/jpcs.jpcs_62_19

ISSN: 2395-5414

CABALLERO P., DAMIANI C. y RUIZ Á. Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de añashuayco de Arequipa. *SciElo* [en línea]. Vol. 36 N°1: 1-17, Abril 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732021000100071>

ISSN: 2076-3417

CORRELATIONAL Research por Pratama, Rendi [et al]. *JIIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* [en línea]. Vol. 6 N°3: 1-6, 2023. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.54371/jiip.v6i3.1420>

ISSN: 2614-8854

DAMŞA, Crina y Alfredo JORNET. The unit of analysis in learning research: approaches for imagining a transformative agenda. *Learning, Culture and Social Interaction* [en línea]. 100407, 2020. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100407>

ISSN: 2210-6561

DE LA CRUZ, Sleyther, IBAÑEZ, Cesar y COAQUIRA, Denis. Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. *Infraestructura Vial* [en línea]. Vol. 24 nº 43: 94–102, Marzo 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.15517/iv.v24i43.48563>

ISSN: 2215-3705

DE LA CRUZ, Sleyther y PAREDES, Guirlo. Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. *Memoria Investigaciones en Ingeniería* [en línea]. Vol. 21 nº1: 1-12, Enero 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.36561/ING.21.9>

ISSN: 2301-1106

FIBRAS de acero en la resistencia a la compresión del concreto por Marlon, Farfán [et al]. *Revista Gaceta Técnica* [en línea]. Vol. 20 N°2: 1-10, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19787.95523>

ISSN: 2477-9539

HUAMÁN, Marilyn, RODRIGUEZ, Talía y GARAMENDI, David. Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas. *Gaceta Técnica* [en línea]. Vol. 23 N° 2: 23–37. Julio 2022 [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica232.3>

ISSN: 2477-9539

HATMOKO, J. U. D. y L. LENDRA. How sustainable are flexible and rigid pavement? A Life Cycle Impact Assessment (LCIA) approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2021, Vol. 1072 nº 1:1.14, Febrero 2021 [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1072/1/012071>

ISSN: 1757-899X

INGA, Maricruz, SANTAMARÍA, Dante y MUÑOZ, Sócrates. Elaboration of a self-compacting concrete with drawn steel fiber. *DYNA* [en línea]. Vol. 89 N°224: 1-10, 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n224.104008>

ISSN: 2346-2183

JUAREZ, Paul D., SANCHEZ, Eddie G. y DE LA CRUZ, Sleyther. Use of recycled steel fibers to improve the structural behavior of rigid pavement. *Universidad Ciencia y Tecnología* [en línea]. Vol. 27, n° 120: 8–18, 2023. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.47460/uct.v27i120.727>

ISSN: 2542-3401

KALINOWSKI, Steven T. y PELAKH, Avital. A hypothetico-deductive theory of science and learning. *Journal of Research in Science Teaching* [en línea]. Vol. 1n n°1: 1-27, 2023. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1002/tea.21892>

ISSN: 1098-2736

KUWMAR, Na Shewa y JAYA, T. A study for effect of steel fibre on strength of conventional concrete. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol. 62, n°1: 3356-3360, 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.249>

ISSN: 2214-7853

LÓPEZ, Emerson, TOBÓN, Sergio y JUÁREZ, Luis. Escala para Evaluar Artículos Científicos en Ciencias Sociales y Humanas-EACSH. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación* [en línea]. Vol. 17 N°4: 1, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: [doi:10.15366/reice2019.17.4.006](https://doi.org/10.15366/reice2019.17.4.006)

ISSN: 1696-4713

MACHINE learning in concrete science: applications, challenges, and best practices por LI, Zhanzhao [et al]. *Computational Materials* [En línea]. Vol. 8 N° 1: 1-17, junio, 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41524-022-00810-x>.

ISSN: 2057-3960

MECHANICAL Properties of Steel-Fiber-Reinforced Concrete por Inayat, Khan Inayat [et al]. *engineering proceedings* [en línea]. Vol. 22 N°1: 1-7, 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/engproc2022022006>

ISSN: 2673-4591

MURTHI, P., POONGODI, K. y GOBINATH, R. Correlation between rebound hammer number and mechanical properties of steel fibre reinforced pavement quality concrete. *Materials Today: Proceedings* [en línea], Vol. 39 Parte 1: 1-6, julio 2020. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.402>

ISSN: 2214-7853

PARWEEN, Aziz, y ABDULKADIR, Mohammed. Mechanical properties and flexural strength of reinforced concrete beams containing waste material as partial replacement for coarse aggregates. *International Journal of Concrete Structures and Materials* [en línea]. Vol. 16 N°1, 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40069-022-00550-8>

ISSN: 2234-1315

PEÑA, Tania. Etapas del análisis de la información documental. *Revista Interamericana de Bibliotecología* [en línea]. Vol. 45 N°3, 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rib.v45n3e340545>

ISSN: 2538-9866

RAMOS Galarza, Carlos. Diseños de investigación experimental. *Revista CienciAmérica*. [en línea]. Vol. 10 N°1: 1-7, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12874-018-0526-6>

ISSN: 1471-2288

REYNA, Roy, SANTOS, Cristiam's y ACUÑA, Carlos. Estudio experimental de las propiedades mecánicas del hormigón simple y reforzado con fibras bajo carga monotónica. *TECNIA* [en línea]. Vol. 32 nº 2: 153-161, Agosto 2022 [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.21754/tecnica.v32i2.1411>

ISSN: 2309-0413

ROŽANC, Igor, MERNIK, Marjan. Chapter Three - The screening phase in systematic reviews: Can we speed up the process?. *Advances in Computers* [en línea]. Vol. 123 N°1: 1-76, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2021.01.006>.

ISSN: 0065-2458

SÁNCHEZ, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria* [en línea]. Vol. 1, nº1: 101–122, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

ISSN: 2223-2516

SÁNCHEZ, Maream, FERNÁNDEZ Mariela y DIAZ, Juan. Data collection techniques and instruments: analysis and processing by the qualitative researcher. *Revista Científica UISRAEL* [en línea]. Vol. 8 N°1: 1-15: 2021 [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>

ISSN: 2631-2786

SCHWEINSBERG, Martin, THAU, Stefan y PILLUTLA, Madan. Research-problem validity in primary research: precision and transparency in characterizing past knowledge. *Perspectives on Psychological Science* [En línea]. Vol. 18 N°5: 1-14, febrero de 2023. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/17456916221144990>

ISSN: 1745-6924

SONG, Dong-Wook. What is research?. *WMU Journal of Maritime Affairs* [en línea]. Vol. 20 N°4: 1-5, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s13437-021-00256-w>
ISSN: 1654-1642

SPARKS, Corey S. y Kara JOYNER. Population research briefs in population research and policy review. *Population Research and Policy Review* [en línea]. Vol. 38 N°2: 1-3, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11113-019-09522-5>
ISSN: 1573-7829

TEIXEIRA, E., CAMÕES, A. y BRANCO, F. Synergetic effect of biomass fly ash on improvement of high-volume coal fly ash concrete properties. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 314, 1-17, enero 2022 [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125680>
ISSN: 0950-0618

UTILIZATION of carbon nanotubes and steel fibers to improve the mechanical properties of concrete pavement por HASSAN, Abeer [et al]. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* [en línea]. Vol. 11 N°1: 1-14, septiembre 2022. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].
Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s43088-022-00300-5>.
ISSN: 2314-8543

YUNG, Y., RONDÓN, H. y CÓRDOBA, J. Evaluation of recycled asphalt pavement in Colombia. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. Vol. 2153 n° 1: 1-5, octubre 2022 [Fecha de consulta: 10 de abril de 2024].
Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2153/1/012007>
ISSN: 1742-6596

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia

| "Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos" | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|--|
| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIÓN | INDICADORES | METODOLOGÍA |
| <p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>¿Cómo la incorporación de cenizas de hojas de coca y fibras de acero podrían optimizar las propiedades mecánicas en pavimentos rígidos?</p> | <p>OBJETIVO PRINCIPAL</p> <p>Optimizar las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos incorporando cenizas de hojas de coca y fibras de acero.</p> | <p>HIPÓTESIS PRINCIPAL</p> <p>La incorporación de cenizas de hojas de coca y fibras de acero optimizan las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos.</p> | <p>VI:</p> <p>Cenizas de hojas de coca y fibras de acero</p> | Dosificación | <p>1.75% CHC + 1.75% FA</p> <p>2.50% CHC + 2.50% FA</p> <p>1.75% CHC + 2.50% FA</p> <p>2.50% CHC + 1.75% FA</p> | <p>• MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico hipotético deductivo</p> <p>• DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental - Cuasiexperimental</p> <p>Gc (A): Y1 \Rightarrow X \Rightarrow Y2 \Rightarrow X' \Rightarrow Y4</p> <p>Ge (A): Y3 \Rightarrow X' \Rightarrow Y4</p> <p>Gc₁: sin adicionar cenizas de hojas de coca y fibras de acero</p> <p>Ge₁: adicionando cenizas de hojas de coca y fibras de acero</p> <p>• TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>• ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo</p> <p>• NIVEL DE INVESTIGACIÓN Explicativo</p> <p>• POBLACIÓN En el ensayo consta de 45 probetas, 45 vigas y 15 ensayos de asentamiento</p> <p>• MUESTRA Es igual que la población</p> <p>• MUESTREO No probabilístico por conveniencia</p> <p>• TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Fuentes primarias: ensayos de laboratorio, observación. Fuentes secundarias: Tablas técnicas, textos formatos de control, fichas.</p> <p>TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Se realizará a través de ensayos y análisis</p> |
| <p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 1</p> <p>¿Con una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero se podrían modificar la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos?</p> | <p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 1</p> <p>Modificar la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos mediante una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero.</p> | <p>HIPÓTESIS SECUNDARIO N° 1</p> <p>Una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero modifican la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos.</p> | <p>VD:</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto</p> | Propiedades físicas | Asentamiento (Pulgada) | |
| <p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 2</p> <p>¿Con un porcentaje establecido de cenizas de hojas de coca y fibras de acero podrían alterar la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos?</p> | <p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 2</p> <p>Alterar la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos con un porcentaje establecido de cenizas de hojas de coca y fibras de acero.</p> | <p>HIPÓTESIS SECUNDARIO N° 2</p> <p>Un porcentaje establecido de cenizas de hojas de coca y fibras de acero altera la resistencia a compresión del concreto en pavimentos rígidos.</p> | | Propiedades mecánicas | Resistencia a Flexión (Kg/cm ²) | |
| <p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 3</p> <p>¿Con una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero podrían variar el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos?</p> | <p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 3</p> <p>Variar el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos con una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero.</p> | <p>HIPÓTESIS SECUNDARIO N° 3</p> <p>Una cantidad definida de cenizas de hojas de coca y fibras de acero varía el asentamiento del concreto en pavimentos rígidos.</p> | | Resistencia a Compresión (Kg/cm ²) | | |

Anexo N° 2. Matriz de operacionalización

| Variables | Definición Conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|---|--|--|---|---|--------------------|
| <p>Variable independiente: Cenizas de hojas de coca y fibras de acero</p> | <p>Las fibras de acero, delgadas hebras de acero con diámetros de 0,25 a 1,0 mm y longitudes de 25 a 60 mm, refuerzan materiales de construcción como mortero y concreto mejorando la resistencia y durabilidad de estos materiales (Kuwmar y Jaya, 2022). Por otro lado, la hoja de coca, originaria de América del Sur, es apreciada en culturas andinas por sus propiedades estimulantes y terapéuticas. Aunque se usa como materia prima para la producción de cocaína, contiene diversos alcaloides, incluyendo cocaína, junto con compuestos como teofilina y cafeína, que brindan efectos estimulantes y energéticos (Dos Santos et al., 2021).</p> | <p>Las cenizas de hoja de coca serán obtenidas a partir de la calcinación de la hoja de coca, de la misma manera las fibras de acero se conseguirán de centros donde procesen el acero, de las cuales serán incorporados en la producción del concreto en pavimentos rígidos en diferentes proporciones.</p> | <p>Dosificación</p> | <p>En base al peso del cemento y agregado</p> <p>1.75% CHC + 1.75% FA</p> <p>2.50% CHC + 2.50% FA</p> <p>1.75% CHC + 2.50% FA</p> <p>2.50% CHC + 1.75% FA</p> | <p>Intervalo</p> |
| <p>Variable dependiente: Resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos</p> | <p>El asentamiento es una medida de la capacidad del concreto para fluir y compactarse, que puede ser medido a través de la realización de una prueba de slump (Yuxin et al., 2021). Asimismo, la resistencia a la compresión es la capacidad del concreto para soportar cargas que tienden a deformar axialmente (Babatola y Arum, 2020). De la misma manera la resistencia a la flexión es la capacidad del concreto para soportar esfuerzos aplicados perpendicularmente y/o esfuerzos que tienen a fracturar (Parween y Abdulkadir, 2022).</p> | <p>Se realizará la determinación del asentamiento del concreto en esto fresco, asimismo para estudiar las propiedades mecánicas del concreto se efectuarán ensayos de resistencia a compresión y flexión con la finalidad de determinar la influencia de la adición de cenizas de hoja de coca y fibras de acero sobre las propiedades del concreto en pavimentos rígidos.</p> | <p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p> | <p>Asentamiento (Pulgada)</p> <p>Resistencia a Compresión (Kg/cm²)</p> <p>Resistencia a Flexión (Kg/cm²)</p> | <p>Intervalo</p> |

ANEXO N° 4. Certificados del laboratorio

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

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

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Jr. Thomas Alejandro Cochrane N° 3914 MZ.17 LT.13 Urb. Condevilla Señor, distrito San Martín de Porres, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 28 de agosto de 2019
Fecha de Vencimiento: 27 de agosto de 2022



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRÍA Alejandra
EAU 20600283015 soft
Fecha: 2021-05-19 02:11:42
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 679-2019-INACAL/DA
Contrato N° : 032-2019/INACAL-DA
Registro N° : LC - 035

Fecha de emisión: 17 de mayo de 2021

*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017 inicia a partir del 06 de mayo de 2021 según Cédula de Notificación N° 227-2021-INACAL/DA

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

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

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



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1185-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 379-2023
 Fecha de Emisión : 2023-11-08

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : 8342167664

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-11-06

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración
LABORATORIO de JJ GEOTECNIA S.A.C.
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1187-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 379-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-08

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : B222979084

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BM-018-13

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-11-06

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

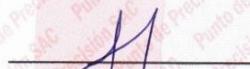
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JJ GEOTECNIA S.A.C.
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1189-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 379-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-08

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 10 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-11-06

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JJ GEOTECNIA S.A.C.
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-917-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 379-2023
Fecha de emisión : 2023-11-07

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO -
LIMA - LIMA

2. Descripción del Equipo : CARGA PUNTUAL

Marca de carga Puntual : NO INDICA
Modelo de carga Puntual : NO INDICA
Serie de carga Puntual : NO INDICA
Capacidad : 10 t

Marca de Celda : NO INDICA
Modelo de Celda : CSF-B
Serie de Celda : 22092927
Capacidad de Celda : 10 t

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : NO INDICA
Serie de Indicador : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA
06 - NOVIEMBRE - 2023

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| CELDA DE CARGA | ZEMIC | MT-8009-2023 | SISTEMA INTERNACIONAL |
| INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 23,7 | 23,7 |
| Humedad % | 77 | 77 |

7. Resultados de la Medición
Los errores de la carga puntual se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado de Calibración

LM23-141

Número de OT: 528-2023

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-10-07
Lugar de Calibración : En las instalaciones del cliente
Fecha de Emisión : 2023-10-10

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

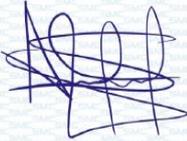
| | | | |
|--------|---------------------|----------------|---------------|
| Marca | : ELE INTERNACIONAL | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : ADR TOUCH HEAD | Procedencia | : NO INDICA |
| Serie | : 1887-1-00074 | Ubicación | : Laboratorio |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|------------|---|------|----|
| Capacidad | : | 2000 | KN |
| Resolución | : | 0,01 | KN |

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP, tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Maquinas de ensayo uniaxiales estáticos. Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza"

| | | |
|---|---|---|
| Sello | Metrólogo | Director Técnico |
|  |  |  |
| | Armando Marin Berrios | Wilfredo Reyes Yzaguirre |

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Certificado de Calibración

LM23-141

Número de OT: 528-2023

PATRONES UTILIZADOS

| Descripción del Instrumento | Identificación y/o Serie | Nº de Certificado | Trazabilidad |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Pie de Rey | PT-CELD-01 | MT - 1206 - 2023 | METROTEST |
| Termohigrometro | LT-IM-48 | E510-0575A-2023-1 | LO JUSTO |

CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 18,9 °C | 18,5 °C |
| Humedad Relativa | 67 % | 66 % |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Indicación del Patrón | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | | Error de Indicación (kgf) |
|-----------------------|--------------------------------|----------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | Valor de Indicación | | | | |
| F _i (kgf) | F1 (kgf) | F2 (kgf) | F3 (kgf) | F _{prom} (kgf) | |
| 1660 | 1519,7 | 1519,5 | 1519,6 | 1519,6 | -140,6 |
| 3990 | 3757,0 | 3757,1 | 3756,8 | 3757,0 | -233,0 |
| 6340 | 5939,8 | 5940,0 | 5939,9 | 5939,9 | -400,2 |
| 8665 | 8199,6 | 8199,6 | 8199,8 | 8199,7 | -465,3 |
| 10985 | 10560,5 | 10560,7 | 10560,7 | 10560,6 | -424,4 |
| 13010 | 12549,2 | 12549,3 | 12549,0 | 12549,2 | -461,1 |
| 15310 | 14820,1 | 14820,3 | 14820,2 | 14820,2 | -490,1 |
| 17655 | 16977,2 | 16977,4 | 16977,4 | 16977,3 | -677,7 |
| 20075 | 19394,0 | 19394,2 | 19393,8 | 19394,0 | -681,0 |
| 22540 | 21661,3 | 21661,5 | 21661,3 | 21661,4 | -878,7 |
| 24875 | 23993,8 | 23993,7 | 23993,9 | 23993,8 | -881,6 |
| 27036 | 26309,6 | 26309,8 | 26309,6 | 26309,7 | -725,8 |
| 29145 | 28338,2 | 28338,3 | 28338,3 | 28338,3 | -807,0 |
| 32006 | 31191,7 | 31191,6 | 31191,9 | 31191,7 | -814,1 |
| 35101 | 34703,0 | 34702,8 | 34703,1 | 34703,0 | -397,9 |
| RETORNO A CERO | 0 | 0 | 0 | | |



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

ANEXO N° 5. Ficha técnica del cemento



CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

Formato de distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos
- (03 de papel + 01 film plástico)
Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

ANEXO N° 6. Panel Fotográfico



Universidad César Vallejo

PANEL FOTOGRÁFICO – YULIFER PILLACA SICHA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 1. Adquisición de la fibra de acero y ceniza de hoja de coca



Fotografía 2. Cuarteo del agregado fino



Fotografía 3. Granulometría



Fotografía 4. Contenido de humedad



Fotografía 5. Peso unitario del agregado



Fotografía 6. Absorción del agregado fino



PANEL FOTOGRÁFICO – YULIFER PILLACA SICHA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 7. Absorción del agregado grueso



Fotografía 8. Diseño de mezcla



Fotografía 9. Asentamiento del concreto



Fotografía 10. Elaboración de especímenes de concreto



Fotografía 11. Resistencia a compresión



Fotografía 12. Resistencia a flexión

ANEXO N° 7. Resultados de laboratorio



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO | Código | FOR-LTC-AG-018 |
| | PESO UNITARIO | Revisión | 2 |
| | DE AGREGADO GRUESO | Aprobado | CC-JJG |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | Yulifer Pillaca Sicha |
| PROYECTO | Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | LIMA |

MATERIAL: AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE Fecha de ensayo: 10/04/2024

| | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

| | | | | | |
|---|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde | g | 30278 | 30268 | 30259 |
| 2 | Peso del Molde | g | 9200 | 9200 | 9200 |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2) | g | 21078 | 21068 | 21059 |
| 4 | Volumen del Molde | cc | 14130 | 14130 | 14130 |
| 5 | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.492 | 1.491 | 1.490 |

| | | |
|-------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO | g/cc | 1.491 |
|-------------------------------|------|-------|

| | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

| | | | | | |
|---|--|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde | g | 32136 | 32128 | 32145 |
| 2 | Peso del Molde | g | 9200 | 9200 | 9200 |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2) | g | 22936 | 22928 | 22945 |
| 4 | Volumen del Molde | cc | 14130 | 14130 | 14130 |
| 5 | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc | 1.623 | 1.623 | 1.624 |

| | | |
|-----------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO | g/cc | 1.623 |
|-----------------------------------|------|-------|

OBSERVACIONES:
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|---|---|
| Elaborado por: Jefe de Laboratorio | Revisado por: Gilder Garcia Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|---|---|---|

| | | | | |
|-------------------------------------|---|------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO UNITARIO DE AGREGADO FINO | PESO | Código | FOR-LAB-AG-015 |
| | | | Revisión | 2 |
| | | | Aprobado | CC-JJG |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | Yulifer Pillaca Sicha |
| PROYECTO | Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | LIMA |

MATERIAL: AGREGADO FINO CANTERA: TRAPICHE Fecha de ensayo: 10/04/2024

| | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

| | | | | | |
|---|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde | g | 5917 | 5912 | 5918 |
| 2 | Peso del Molde | g | 1622 | 1622 | 1622 |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2) | g | 4295 | 4290 | 4296 |
| 4 | Volumen del Molde | cc | 2800 | 2800 | 2800 |
| 5 | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.534 | 1.532 | 1.534 |

| | | |
|-------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO | g/cc | 1.533 |
|-------------------------------|------|-------|

| | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

| | | | | | |
|---|--|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde | g | 6573 | 6575 | 6577 |
| 2 | Peso del Molde | g | 1622 | 1622 | 1622 |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2) | g | 4957 | 4953 | 4955 |
| 4 | Volumen del Molde | cc | 2800 | 2800 | 2800 |
| 5 | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc | 1.770 | 1.769 | 1.770 |

| | | |
|-----------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO | g/cc | 1.770 |
|-----------------------------------|------|-------|

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|--|---|--|
| Elaborado por:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|---|--|

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO | Código | FOR-LAB-MS-009 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Yutler Pillaca Sicha
PROYECTO : Cerasas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos
UBICACIÓN : LIMA

MATERIAL AGREGADO GRUESO CANTERA TRAPICHE Fecha de ensayo: 10/04/2024

| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | PROMEDIO |
|---|-------|-------|----------------------|
| 1 Peso de la Muestra Sumergida Canastilla | A | g | 1285.2 1294.9 1293.6 |
| 2 Peso muestra Sat. Sup. Seca | B | g | 2044.2 2049.2 2046.7 |
| 3 Peso muestra Seca | C | g | 2024.1 2027.1 2025.6 |
| 4 Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A | | g/cc | 2.70 2.72 2.71 |
| 5 Peso específico de masa = C/B-A | | g/cc | 2.67 2.69 2.68 |
| 6 Peso específico aparente = C/C-A | | g/cc | 2.74 2.77 2.76 |
| 7 Absorción de agua = ((B - C)/C)*100 | | % | 1.0 1.1 1.0 |

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|--|--|

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO | Código | FOR-LAB-AG-013 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

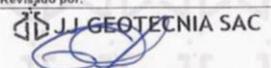
| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | Yulifer Pittaca Sicha |
| PROYECTO | Conizos de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | LIMA |

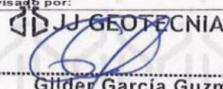
MATERIAL: AGREGADO FINO CANTERA: TRAPICHE Fecha de ensayo: 10/04/2024

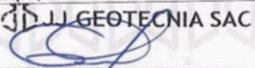
| MUESTRA N° | | M - 1 | M - 2 | PROMEDIO | |
|------------|--|-------|-------|----------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra S.S.S + Peso Balón + Peso de Agua | g | 968.3 | 968.9 | 968.6 |
| 2 | Peso de la Muestra S.S.S + Peso Balón | g | 653.1 | 654.1 | 653.6 |
| 3 | Peso del Agua (W = 1 - 2) | g | 315.2 | 314.8 | 315.0 |
| 4 | Peso de la Muestra Seca al Horno + Peso del Balón | g/100 | 645.4 | 645.6 | 645.5 |
| 5 | Peso del Balón | g/100 | 153.1 | 153.1 | 153.1 |
| 6 | Peso de la Muestra Seca al Horno (A = 4 - 5) | g/100 | 492.3 | 492.5 | 492.4 |
| 7 | Volumen del Balón (V) | cc | 502.2 | 502.2 | 502.2 |

| RESULTADOS | | | | |
|--|------|------|------|------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W)) | g/cc | 2.63 | 2.63 | 2.63 |
| PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = (2)-(5)/(V-W)) | g/cc | 2.67 | 2.67 | 2.67 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-((2)-(5)-A)) | g/cc | 2.75 | 2.75 | 2.75 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (N) [(2)-(1)-A]/A*100 | % | 1.6 | 1.7 | 1.6 |

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

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

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|----------------|--|-----------------------------------|------------------|---------------|--|--|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | | | | Código | FOR-LAB-CO-001 | | | | | |
| | | | | | Revisión | 1 | | | | | |
| | | | | | Aprobado | CC-JJ | | | | | |
| | | | | | Fecha | 11/04/2024 | | | | | |
| LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211 | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | | | | | | | | | | |
| SOLICITANTE | : Yulifer Pillaca Sicha | | | | | | | | | | |
| TESIS | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos | | | | | | | | | | |
| UBICACION | : LIMA | | | | | | Fecha de ensayo: | 11/04/2024 | | | |
| f'c 280 kg/cm² (PATRÓN) | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL | PESO ESPECIFICO g/cc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. UNITARIO S. Kg/m³ | P. UNITARIO C. Kg/m³ | | | | | |
| CEMENTO SOL TIPO I | 3.12 | | | | | | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.63 | 3.00 | 1.5 | 1.6 | 1533.0 | 1770.0 | | | | | |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.68 | 7.47 | 0.2 | 1.0 | 1491.0 | 1623.0 | | | | | |
| MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE | | | | | | | | | | | |
| A) | VALORES DE DISEÑO | | | | | | | | | | |
| | 1 | ASENTAMIENTO | | 3.75 | pullg | | | | | | |
| | 2 | TAMANO MAXIMO NOMINAL | | 30.4 | | | | | | | |
| | 3 | RELACION AGUA CEMENTO | | 0.481 | | | | | | | |
| | 4 | AGUA | | 194 | | | | | | | |
| | 5 | TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | | 1.5 | | | | | | | |
| | 6 | VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | 0.65 | | | | | | | |
| | 7 | TEMPERATURA °C | | 25.5 | °C | | | | | | |
| B) | ANALISIS DE DISEÑO | | | | | | | | | | |
| | FACTOR CEMENTO | | | 403.669 | Kg/m³ | 9.5 | Bla/m³ | | | | |
| | Volumen absoluto del cemento | | | 0.1294 | m³/m³ | | | | | | |
| | Volumen absoluto del Agregado grueso | | | 0.1940 | m³/m³ | | | | | | |
| | Volumen absoluto del Aire | | | 0.0150 | m³/m³ | | | | | | |
| | VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | | | | | | | | | |
| | Volumen absoluto del Agregado fino | | | 0.2680 | m³/m³ | | | | | | |
| | Volumen absoluto del Agregado grueso | | | 0.3936 | m³/m³ | | | | | | |
| | SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | | | | | | | | | |
| C) | CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO | | | | | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 404 | Kg/m³ | | | | | | |
| | AGUA | | | 194 | Lts/m³ | | | | | | |
| | AGREGADO FINO | | | 705 | Kg/m³ | | | | | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 1055 | Kg/m³ | | | | | | |
| D) | PESO DE MEZCLA | | | 2357 | Kg/m³ | | | | | | |
| | CORRECCION POR HUMEDAD | | | | | | | | | | |
| | AGREGADO FINO HUMEDO | | | 715.4 | Kg/m³ | | | | | | |
| | AGREGADO GRUESO HUMEDO | | | 1057.1 | Kg/m³ | | | | | | |
| E) | CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | | | | | | | | | |
| | AGREGADO FINO | | | 0.10 | Lts/m³ | | | | | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 0.80 | Lts/m³ | | | | | | |
| | AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | 203.1 | Lts/m³ | | | | | | |
| F) | CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO | | | | | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 404 | Kg/m³ | | | | | | |
| | AGUA | | | 203 | Lts/m³ | | | | | | |
| | AGREGADO FINO | | | 715 | Kg/m³ | | | | | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 1057 | Kg/m³ | | | | | | |
| G) | PESO DE MEZCLA | | | 2379 | Kg/m³ | | | | | | |
| | CANTIDAD DE MATERIALES (150 ll.) | | | | | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 60.55 | Kg | | | | | | |
| | AGUA | | | 30.47 | Lts | | | | | | |
| | AGREGADO FINO | | | 107.30 | Kg | | | | | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 158.57 | Kg | | | | | | |
| | PORPORCION EN PESO p3 (húmedo) | | | | | PORPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo) | | | | | |
| | C | 1.0 | | | C | 1.0 | | | | | |
| | A.F | 1.77 | | | A.F | 1.73 | | | | | |
| | A.G | 2.52 | | | A.G | 2.54 | | | | | |
| | H2o | 21.4 | | | H2o | 21.4 | | | | | |
| Elaborado por: |  VºBº Jefe de Laboratorio | | | Revisado por: |  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | | | Aprobado por: |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA | | |

| | | | | | | | |
|--|--|---------------|-------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | | | | Código | FOR-LAB-CO-001 | |
| | | | | | Revisión | 1 | |
| | | | | | Aprobado | CC-JJ | |
| | | | | | Fecha | 11/04/2024 | |
| LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211 | | | | | | | |
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | | | | | | |
| SOLICITANTE | : Yulifer Pillaca Sicha | | | | | | |
| TESIS | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos | | | | | | |
| UBICACION | : LIMA | | | | | | |
| Fecha de ensayo: 11/04/2024 | | | | | | | |
| Fc 280 kg/cm³ (1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75%FIBRA DE ACERO) | | | | | | | |
| MATERIAL | PESO ESPECIFICO g/cc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. UNITARIO S. Kg/m ³ | P. UNITARIO C. Kg/m ³ | |
| CEMENTO SOL TIPO I | 3.12 | | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.63 | 3.00 | 1.5 | 1.6 | 1533.0 | 1770.0 | |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.68 | 7.47 | 0.2 | 1.0 | 1491.0 | 1623.0 | |
| MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE | | | | | | | |
| A) | VALORES DE DISEÑO | | | 2.75 | pu ₃ | | |
| | 1 AGENTAMIENTO | | | 1 | | | |
| | 2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL | | | 0.481 | | | |
| | 3 RELACION AGUA CEMENTO | | | 194 | | | |
| | 4 AGUA | | | 1.5 | | | |
| | 5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | | | 0.65 | | | |
| | 6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | | 25.5 | °C | | |
| | 7 TEMPERATURA °C | | | | | | |
| B) | ANÁLISIS DE DISEÑO | | | 403.669 | Kg/m ³ | | |
| | FACTOR CEMENTO | | | 9.5 | Blts/m ³ | | |
| | Volumen absoluto del cemento | | | 0.1294 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Agua | | | 0.1040 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Aire | | | 0.0150 | m ³ /m ³ | | |
| | VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | | 0.2680 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Agregado fino | | | 0.3930 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Agregado grueso | | | | | | |
| | SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | | | | | |
| C) | CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 404 | Kg/m ³ | | |
| | AGUA | | | 194 | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO FINO | | | 705 | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 1055 | Kg/m ³ | | |
| | PESO DE MEZCLA | | | 2357 | Kg/m ³ | | |
| D) | CORRECCIÓN POR HUMEDAD | | | | | | |
| | AGREGADO FINO HUMEDO | | | 715.4 | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO HUMEDO | | | 1057.1 | Kg/m ³ | | |
| E) | CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | | | | | |
| | AGREGADO FINO | | | 0.10 | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 0.80 | 8.4 | | |
| | AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | 9.1 | Lts/m ³ | | |
| | | | | 203.1 | | | |
| F) | CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 397 | Kg/m ³ | | |
| | AGUA | | | 203 | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO FINO | | | 703 | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 1057 | Kg/m ³ | | |
| | 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | 7 | Kg/m ³ | | |
| | 1.75% FIBRA DE ACERO | | | 13 | Kg/m ³ | | |
| | PESO DE MEZCLA | | | 2379 | Kg/m ³ | | |
| G) | CANTIDAD DE MATERIALES (150 lL.) | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 59.49 | Kg | | |
| | AGUA | | | 30.47 | Lts | | |
| | AGREGADO FINO | | | 105.43 | Kg | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 158.57 | Kg | | |
| | 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | 1.05 | Kg | | |
| | 1.75% FIBRA DE ACERO | | | 1.88 | Kg | | |
| PORCIÓN EN PESO p3 (húmedo) | | | | PORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo) | | | |
| | C | 1.0 | | C | 1.73 | | |
| | A.F | 1.27 | | A.G | 2.88 | | |
| | A.G | 2.87 | | H2o | 21.6 | | |
| | | 21.8 | | | | | |
| Elaborado por: | JJ GEOTECNIA SAC | | | Aprobado por: | | | |
|  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 293741 | | | |  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|--|---------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | | | | Código | FOR-LAB-CO-001 | |
| | | | | | Revisión | 1 | |
| | | | | | Aprobado | CC-JJ | |
| | | | | | Fecha | 11/04/2024 | |
| LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211 | | | | | | | |
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | | | | | | |
| SOLICITANTE | : Yulifer Piliaca Sicha | | | | | | |
| TESIS | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos | | | | | | |
| UBICACION | : LIMA | | | | | Fecha de ensayo: | 11/04/2024 |
| f'c 280 kg/cm² (2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50%FIBRA DE ACERO) | | | | | | | |
| MATERIAL | PESO ESPECIFICO g/cc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL % | ABSORCION % | P. UNITARIO S. Kg/m ³ | P. UNITARIO C. Kg/m ³ | |
| CEMENTO SOL TIPO I | 3.12 | | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.63 | 3.00 | 1.5 | 1.6 | 1533.0 | 1770.0 | |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.68 | 7.47 | 0.2 | 1.0 | 1491.0 | 1623.0 | |
| MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE | | | | | | | |
| A) VALORES DE DISEÑO | | | | | | | |
| 1 | ASENTAMIENTO | | | 1.00 | putg | | |
| 2 | TAMANO MAXIMO NOMINAL | | | 1" | | | |
| 3 | RELACION AGUA CEMENTO | | | 0.481 | | | |
| 4 | AGUA | | | 194 | | | |
| 5 | TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | | | 1.5 | | | |
| 6 | VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | | 0.65 | | | |
| 7 | TEMPERATURA C° | | | 25.5 | °c | | |
| B) ANALISIS DE DISEÑO | | | | | | | |
| | FACTOR CEMENTO | | 403.669 | Kg/m ³ | 9.5 | Bis/m ³ | |
| | Volumen absoluto del cemento | | | 0.1294 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Agua | | | 0.1940 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Aire | | | 0.0150 | m ³ /m ³ | | |
| | VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | | 0.2680 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Agregado fino | | | 0.3935 | m ³ /m ³ | | |
| | Volumen absoluto del Agregado grueso | | | | | | |
| | SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | | | | | |
| C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO | | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 404 | Kg/m ³ | | |
| | AGUA | | | 194 | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO FINO | | | 705 | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 1055 | Kg/m ³ | | |
| | PESO DE MEZCLA | | | 2357 | Kg/m ³ | | |
| D) CORRECCION POR HUMEDAD | | | | | | | |
| | AGREGADO FINO HUMEDO | | | 715.4 | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO HUMEDO | | | 1057.1 | Kg/m ³ | | |
| E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | | | | | | |
| | AGREGADO FINO | | | 0.10 | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 0.80 | 8.4 | | |
| | | | | | 9.1 | | |
| | AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | | 203.1 | Lts/m ³ | |
| F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO | | | | | | | |
| | CEMENTO | | | 394 | Kg/m ³ | | |
| | AGUA | | | 203 | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO FINO | | | 697 | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 1057 | Kg/m ³ | | |
| | 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | 10 | Kg/m ³ | | |
| | 2.50% FIBRA DE ACERO | | | 18 | Kg/m ³ | | |
| G) PESO DE MEZCLA | | | | | | | |
| | CANTIDAD DE MATERIALES (150 lb.) | | | 2379 | Kg/m ³ | | |
| | CEMENTO | | | 59.04 | Kg | | |
| | AGUA | | | 30.47 | Lts | | |
| | AGREGADO FINO | | | 104.62 | Kg | | |
| | AGREGADO GRUESO | | | 158.57 | Kg | | |
| | 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | 1.51 | Kg | | |
| | 2.50% FIBRA DE ACERO | | | 2.68 | Kg | | |
| PROPORCIÓN EN PESO p₃ (húmedo) | | | | PROPORCIÓN EN VOLUMEN p₃ (húmedo) | | | |
| C | 1.0 | | | C | 1.0 | | |
| A.F | 1.71 | | | A.F | 1.73 | | |
| A.G | 2.69 | | | A.G | 2.30 | | |
| H ₂ O | 21.9 | | | H ₂ O | 21.9 | | |
| Elaborado por: | Revisado por: | | Aplicado: | | | | |
|  |  | |  | | | | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | | Control de Calidad JJ GEOTECNIA | | | | |

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | Código | FOR-LAB-CO-001 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-JJ |
| | | Fecha | 11/04/2024 |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Yuller Pillaca Sicha
TESIS : Cenzas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos

UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 11/04/2024

f'c 280 kg/cm² (1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50%FIBRA DE ACERO)

| MATERIAL | PESO ESPECIFICO g/cc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL % | ABSORCION % | P. UNITARIO S. Kg/m ³ | P. UNITARIO C. Kg/m ³ |
|------------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| CEMENTO SOL TIPO I | 3.12 | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.63 | 3.00 | 1.5 | 1.6 | 1533.0 | 1770.0 |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.68 | 7.47 | 0.2 | 1.0 | 1491.0 | 1623.0 |

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

| | | | | | | |
|---|----------------------------|--|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------|
| A) VALORES DE DISEÑO | | | | | | |
| 1 | ASENTAMIENTO | | | 2.25 | psi | |
| 2 | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL | | | 1" | | |
| 3 | RELACION AGUA CEMENTO | | | 0.481 | | |
| 4 | AGUA | | | 194 | | |
| 5 | TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | | | 1.5 | | |
| 6 | VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | | 0.65 | | |
| 7 | TEMPERATURA C° | | | 25.5 | °C | |
| B) ANALISIS DE DISEÑO | | | | | | |
| FACTOR CEMENTO | | | 403.669 | Kg/m ³ | 9.5 | Bts/m ³ |
| Volumen absoluto del cemento | | | | 0.1294 | m ³ /m ³ | |
| Volumen absoluto del Agua | | | | 0.1940 | m ³ /m ³ | |
| Volumen absoluto del Aire | | | | 0.0150 | m ³ /m ³ | |
| VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | | | | | |
| Volumen absoluto del Agregado fino | | | | 0.2880 | m ³ /m ³ | |
| Volumen absoluto del Agregado grueso | | | | 0.3936 | m ³ /m ³ | |
| SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | | | | | |
| C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO | | | | | | |
| CEMENTO | | | | 404 | Kg/m ³ | |
| AGUA | | | | 194 | L/m ³ | |
| AGREGADO FINO | | | | 705 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 1055 | Kg/m ³ | |
| PESO DE MEZCLA | | | | 2357 | Kg/m ³ | |
| D) CORRECCION POR HUMEDAD | | | | | | |
| AGREGADO FINO HUMEDO | | | | 715.4 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO | | | | 1057.1 | Kg/m ³ | |
| E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | | | | | |
| AGREGADO FINO | | | | 0.10 | Lts/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 0.80 | Lts/m ³ | |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | | | | |
| | | | | | | 9.1 |
| | | | | | | 202.1 |
| F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO | | | | | | |
| CEMENTO | | | | 397 | Kg/m ³ | |
| AGUA | | | | 203 | Lts/m ³ | |
| AGREGADO FINO | | | | 697 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 1057 | Kg/m ³ | |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | | 7 | Kg/m ³ | |
| 2.50% FIBRA DE ACERO | | | | 18 | Kg/m ³ | |
| PESO DE MEZCLA | | | | 2379 | Kg/m ³ | |
| G) CANTIDAD DE MATERIALES (150 R.) | | | | | | |
| CEMENTO | | | | 59.49 | Kg | |
| AGUA | | | | 30.47 | Lts | |
| AGREGADO FINO | | | | 104.82 | Kg | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 158.57 | Kg | |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | | 1.06 | Kg | |
| 2.50% FIBRA DE ACERO | | | | 2.88 | Kg | |
| PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo) | | | | | | |
| C | 1.0 | | | | | |
| A.F | 1.75 | | | | | |
| A.G | 2.67 | | | | | |
| | 21.8 | | | | | |
| PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo) | | | | | | |
| C | 1.0 | | | | | |
| A.F | 1.72 | | | | | |
| A.G | 2.68 | | | | | |
| H2o | 21.8 | | | | | |

| | | |
|--|---|--|
|  Elaborado por: VºBº Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 209741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|---|--|

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | Código | FOR-LAB-CO-001 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-JJ |
| | | Fecha | 11/04/2024 |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Yulifer Pillaca Sicha
TESIS : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos
UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 11/04/2024

| MATERIAL | PESO ESPECIFICO g/oc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. UNITARIO S. Kg/m ³ | P. UNITARIO C. Kg/m ³ |
|------------------------------------|----------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| CEMENTO SOL TIPO I | 3.12 | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.63 | 3.00 | 1.6 | 1.6 | 1533.0 | 1770.0 |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.68 | 7.47 | 0.2 | 1.0 | 1491.0 | 1623.0 |

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

| | | | | | | |
|---|--|---------|--|--------|--------------------------------|-----|
| A) VALORES DE DISEÑO | | | | | | |
| 1 ASENTAMIENTO | | | | 1.75 | in | |
| 2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | | | | 1" | | |
| 3 RELACION AGUA CEMENTO | | | | 0.481 | | |
| 4 AGUA | | | | 194 | | |
| 5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | | | | 1.5 | | |
| 6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | | | 0.85 | | |
| 7 TEMPERATURA °C | | | | 25.5 | | |
| B) ANALISIS DE DISEÑO | | | | | | |
| FACTOR CEMENTO | | 403.669 | | | | |
| Volumen absoluto del cemento | | | | 0.1284 | Kg/m ³ | 9.5 |
| Volumen absoluto del Agregado grueso | | | | 0.1940 | m ³ /m ³ | |
| Volumen absoluto del Aire | | | | 0.0150 | m ³ /m ³ | |
| VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | | | | | |
| Volumen absoluto del Agregado fino | | | | 0.2680 | m ³ /m ³ | |
| Volumen absoluto del Agregado grueso | | | | 0.3939 | m ³ /m ³ | |
| SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | | | | | |
| C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO | | | | | | |
| CEMENTO | | | | 404 | Kg/m ³ | |
| AGUA | | | | 194 | L/m ³ | |
| AGREGADO FINO | | | | 705 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 1055 | Kg/m ³ | |
| D) PESO DE MEZCLA | | | | | | |
| CORRECCION POR HUMEDAD | | | | 2357 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO FINO HUMEDO | | | | 715.4 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO | | | | 1057.1 | Kg/m ³ | |
| E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | | | | | |
| AGREGADO FINO | | | | 1% | Lts/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 0.10 | 0.7 | |
| | | | | 0.80 | 5.4 | |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | | | | |
| | | | | 203.1 | Lts/m ³ | |
| F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO | | | | | | |
| CEMENTO | | | | 394 | Kg/m ³ | |
| AGUA | | | | 203 | Lts/m ³ | |
| AGREGADO FINO | | | | 703 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 1057 | Kg/m ³ | |
| 2.5% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | | 10 | Kg/m ³ | |
| 1.75% FIBRA DE ACERO | | | | 13 | Kg/m ³ | |
| G) PESO DE MEZCLA | | | | | | |
| CANTIDAD DE MATERIALES (150 l.) | | | | 2379 | Kg/m ³ | |
| CEMENTO | | | | 59.04 | Kg | |
| AGUA | | | | 30.47 | Lts | |
| AGREGADO FINO | | | | 105.43 | Kg | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 158.57 | Kg | |
| 2.5% CENIZA DE HOJA DE COCA | | | | 1.51 | Kg | |
| 1.75% FIBRA DE ACERO | | | | 1.88 | Kg | |
| PROPORCIÓN EN PESO p2 (húmedo) | | | | | | |
| C | | | | 1.0 | | |
| A.F | | | | 1.79 | | |
| A.G | | | | 2.69 | | |
| H ₂ O | | | | 21.9 | | |
| PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo) | | | | | | |
| C | | | | 1.0 | | |
| A.F | | | | 1.75 | | |
| A.G | | | | 2.70 | | |
| H ₂ O | | | | 21.9 | | |

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por:  Yulifer Pillaca Sicha Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299744 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ Geotecnia S.A.C. |
|---|--|--|

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Yulifer Pillaca Sicha |
| PROYECTO | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | : Lima. |

| | |
|------------------|------------|
| FECHA DE ENSAYO: | 22/04/2024 |
|------------------|------------|

| IDENTIFICACIÓN | ASENTAMIENTO (pulg.) |
|--|----------------------|
| Muestra 1 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA + 1.75% FIBRA DE ACERO | 2.3/4 |
| Muestra 2 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA + 1.75% FIBRA DE ACERO | 3 |
| Muestra 3 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA + 1.75% FIBRA DE ACERO | 2.3/4 |

OBSERVACIONES:
*Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|--|--|

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO |
|-------------------------------------|--|

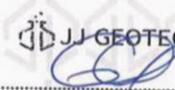
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Yulifer Pillaca Sicha |
| PROYECTO | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | : Lima. |

| | |
|------------------|------------|
| FECHA DE ENSAYO: | 22/04/2024 |
|------------------|------------|

| IDENTIFICACIÓN | ASENTAMIENTO (pulg.) |
|--|----------------------|
| Muestra 1 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA + 2.50% FIBRA DE ACERO | 1 |
| Muestra 2 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA + 2.50% FIBRA DE ACERO | 1 |
| Muestra 3 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA + 2.50% FIBRA DE ACERO | 1 1/4 |

OBSERVACIONES:
*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

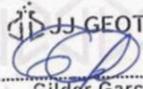
| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Yulifer Piltaca Sicha |
| PROYECTO | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | : Lima. |

| | |
|------------------|------------|
| FECHA DE ENSAYO: | 22/04/2024 |
|------------------|------------|

| IDENTIFICACIÓN | ASENTAMIENTO (pulg.) |
|--|----------------------|
| Muestra 1 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA + 2.50% FIBRA DE ACERO | 2 |
| Muestra 2 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA + 2.50% FIBRA DE ACERO | 2 1/4 |
| Muestra 3 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA + 2.50% FIBRA DE ACERO | 2 1/4 |

OBSERVACIONES:

*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  VOB Jefe de Laboratorio |  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Yulifer Pillaca Sicha |
| PROYECTO | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | : Lima. |

| | |
|------------------|------------|
| FECHA DE ENSAYO: | 22/04/2024 |
|------------------|------------|

| IDENTIFICACIÓN | ASENTAMIENTO (pulg.) |
|--|----------------------|
| Muestra 1 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA + 1.75% FIBRA DE ACERO | 1 1/2 |
| Muestra 2 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA + 1.75% FIBRA DE ACERO | 2 |
| Muestra 3 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA + 1.75% FIBRA DE ACERO | 1 3/4 |

OBSERVACIONES:
*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C143

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Yulifer Pillaca Sicha |
| PROYECTO | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | : Lima. |

| | |
|------------------|------------|
| FECHA DE ENSAYO: | 22/04/2024 |
|------------------|------------|

| IDENTIFICACIÓN | ASENTAMIENTO (pulg.) |
|---------------------|----------------------|
| Muestra 1 PATRÓN | 4 |
| Muestra 2 PATRÓN | 3 3/4 |
| Muestra 3 PATRÓN | 3 3/4 |

OBSERVACIONES:
 *Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  Vº Bº Jefe de Laboratorio |  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO | Código | FOR-LAB-CO-009 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJ |
| | | Fecha | 29/04/2024 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.634-11

| | |
|-------------------------------|--|
| REFERENCIA SOLICITANTE | Datos de laboratorio : Yullier Piltaca Sicha |
| TESIS | : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | : LIMA Fecha de emisión: 30/04/2024 |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | F _c Diseño kg/cm ² | % F _c |
|---|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| PATRÓN | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 15302.5 | 78.5 | 194.8 | 280.0 | 69.6 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18743.7 | 78.5 | 238.7 | 280.0 | 85.2 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18766.7 | 78.5 | 238.9 | 280.0 | 85.3 |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18480.5 | 78.5 | 235.3 | 280.0 | 84.0 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 19147.0 | 78.5 | 243.8 | 280.0 | 87.1 |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 19590.2 | 78.5 | 249.4 | 280.0 | 89.1 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18735.6 | 78.5 | 238.5 | 280.0 | 85.2 |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 17158.0 | 78.5 | 218.5 | 280.0 | 78.0 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18580.8 | 78.5 | 236.6 | 280.0 | 84.5 |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18943.5 | 78.5 | 241.2 | 280.0 | 86.1 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 19027.8 | 78.5 | 244.8 | 280.0 | 87.4 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 19450.3 | 78.5 | 247.6 | 280.0 | 88.4 |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18581.3 | 78.5 | 236.6 | 280.0 | 84.5 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 20491.0 | 78.5 | 260.9 | 280.0 | 93.2 |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 | 18672.3 | 78.5 | 237.7 | 280.0 | 84.9 |

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 KI

OBSERVACIONES:
* No se observaron fallas atípicas en las roturas
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Sucesión Silad Garcia Guzman INGENIERO CIVIL C.O.P. N° 200741 | CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| FORMATO | | Código | AE-FO-124 |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE) | Versión | 02 |
| | | Fecha | 29-04-2024 |
| | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos.

SOLICITANTE : Yulifer Pillaca Sicha

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 30/04/2024

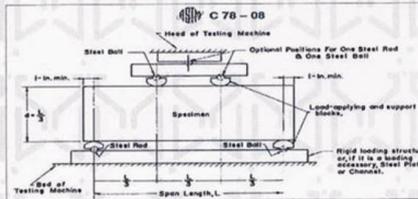
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

F'c de diseño : 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|--|------------------|-----------------|--------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| PATRÓN | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 42.7 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 36.8 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 39.3 kg/cm ² |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 37.5 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 36.3 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 46.9 kg/cm ² |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 48.0 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 40.5 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 39.6 kg/cm ² |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 42.5 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 41.0 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 41.3 kg/cm ² |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 41.1 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 42.1 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 29/04/2024 | 7 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 36.8 kg/cm ² |



OBSERVACIONES:

- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|---|
| | | |
| | Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO | Código | FOR-LAB-CO-009 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJ |
| | | Fecha | 06/05/2024 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

| | |
|-------------------------------|--|
| REFERENCIA SOLICITANTE | Datos de laboratorio Yulifer Pillaca Sicha |
| TESIS | Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | LIMA Fecha de emisión: 07/05/2024 |

| IDENTIFICACION DE ESPECIMEN | FECHA DE VACADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | f'c Diseño kg/cm ² | % f'c |
|---|-----------------|-----------------|--------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------|
| PATRÓN | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 18650.7 | 78.5 | 237.5 | 280.0 | 84.8 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 19051.1 | 78.5 | 242.6 | 280.0 | 86.6 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 19595.0 | 78.5 | 249.5 | 280.0 | 89.1 |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 20546.9 | 78.5 | 261.6 | 280.0 | 93.4 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 22999.8 | 78.5 | 292.8 | 280.0 | 104.6 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 21568.4 | 78.5 | 274.6 | 280.0 | 98.1 |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 22735.8 | 78.5 | 289.5 | 280.0 | 103.4 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 20228.8 | 78.5 | 257.6 | 280.0 | 92.0 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 20591.9 | 78.5 | 262.2 | 280.0 | 93.6 |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 19377.3 | 78.5 | 246.7 | 280.0 | 88.1 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 19639.1 | 78.5 | 250.1 | 280.0 | 89.3 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 21895.9 | 78.5 | 278.8 | 280.0 | 99.6 |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 21122.4 | 78.5 | 268.9 | 280.0 | 96.0 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 21543.5 | 78.5 | 274.3 | 280.0 | 98.0 |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 | 21049.9 | 78.5 | 268.0 | 280.0 | 95.7 |

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:
* No se observaron fallas atípicas en las roturas
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

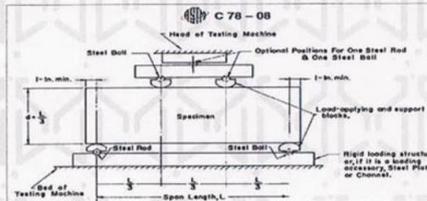
| | | |
|---|---|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO | Código | AE-F0-124 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE) | Version | 02 |
| | | Fecha | 06-05-2024 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|--------------------|---|
| PROYECTO | Centizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| SOLICITANTE | Yulifer Pillaca Sicha |
| UBICACIÓN | LIMA. |
| FECHA DE EMISIÓN : | 07/05/2024 |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido |
| Presentación | Especímenes prismáticos |
| F'c de diseño | 280 kg/cm ² |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACION | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|--|------------------|-----------------|---------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| PATRÓN | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 46.2 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 45.9 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 46.0 kg/cm ² |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 47.1 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 48.3 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 46.5 kg/cm ² |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 46.0 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 48.8 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 46.7 kg/cm ² |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 48.9 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 48.2 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 48.3 kg/cm ² |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75%FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 45.6 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 48.2 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 06/05/2024 | 14 días | DENTRO DEL TERCIO MEDIO | 45.0 | 46.5 kg/cm ² |



OBSERVACIONES:

- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por: Jefe de Laboratorio | Revisado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL | Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
|---|--|--|

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO | Código | FOR-LAB-00-009 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJ |
| | | Fecha | 20-09-2024 |

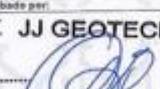
LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTA C38.07 (Nº) 333.004-11

| | |
|-------------------|---|
| REFERENCIA | Centro de Laboratorio Yuste Plaza Suiza |
| FECHA | Cambio de hojas de obra y firmas de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos rígidos |
| UBICACIÓN | LIMA Fecha de emisión: 20/09/2024 |

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | FECHA DE VALORADO | FECHA DE RESUME | VOLUMEN (cm ³) | INDICE MÁXIMO (kg) | AREA (cm ²) | ESFUERZO (kg/cm ²) | FUERZA (kg/cm ²) | N.F.E |
|---|-------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------|
| PATRÓN | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2330.9 | 78.5 | 295.9 | 380.0 | 105.7 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2420.7 | 78.5 | 303.3 | 380.0 | 120.5 |
| | 23/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2395.9 | 78.5 | 303.7 | 380.0 | 109.5 |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2581.2 | 78.5 | 326.7 | 380.0 | 117.4 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2572.3 | 78.5 | 328.0 | 380.0 | 117.1 |
| | 23/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2675.9 | 78.5 | 338.4 | 380.0 | 125.8 |
| 3.5% CENIZA DE HOJA DE COCA+3.5% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2570.5 | 78.5 | 327.8 | 380.0 | 109.9 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2508.3 | 78.5 | 318.8 | 380.0 | 113.9 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2596.3 | 78.5 | 328.5 | 380.0 | 109.9 |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2427.8 | 78.5 | 308.7 | 380.0 | 118.3 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2393.8 | 78.5 | 303.0 | 380.0 | 108.4 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2394.8 | 78.5 | 311.7 | 380.0 | 107.7 |
| 3.00% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2570.6 | 78.5 | 326.9 | 380.0 | 116.7 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2510.9 | 78.5 | 319.6 | 380.0 | 114.2 |
| | 22/04/2024 | 20/09/2024 | 28 | 2477.4 | 78.5 | 315.5 | 380.0 | 112.7 |

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 (00) kg, óptica de escala 0.1 kg

OBSERVACIONES:
* No se observaron fallas al inicio en las muestras
* Aprobada la representación gráfica en total de este documento en la subdirección escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

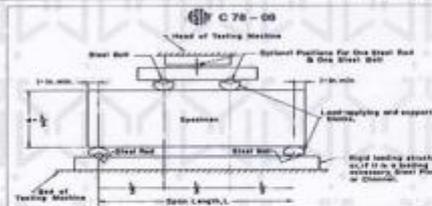
| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|   Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 |  JJ GEOTECNIA SAC |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|--------------------------------------|--|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES | FORMATO | Códice | AE-F0-104 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO USANDO UNA VIGA SIMPLE | Versión | 02 |
| | | Fecha | 10-09-2024 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|------------------|---|
| PROYECTO | Carreón de hojas de coca y fibras de acero para optimizar la resistencia a flexión y compresión del concreto en pavimentos ágiles |
| SOLICITANTE | Fuente Pilona Saca |
| UBICACIÓN | Lima |
| FECHA DE EMISIÓN | 21/05/2024 |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido |
| Presentación | Experiencia preliminar |
| F'c de diseño | 288 kg/cm ² |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (mm) | MÓDULO DE ROTURA |
|---|------------------|-----------------|---------|---------------------------|----------------|-------------------------|
| PATRÓN | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DESBORO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 83.3 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 82.9 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 82.4 kg/cm ² |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 49.3 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 47.9 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 50.8 kg/cm ² |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 35.3 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 81.1 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 58.8 kg/cm ² |
| 1.75% CENIZA DE HOJA DE COCA+2.50% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 94.3 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 28.9 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 49.3 kg/cm ² |
| 2.50% CENIZA DE HOJA DE COCA+1.75% FIBRA DE ACERO | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 49.3 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 48.9 kg/cm ² |
| | 22/04/2024 | 20/05/2024 | 28 días | DENTRO DEL TERCIPO MEDIO | 45.0 | 48.1 kg/cm ² |



OBSERVACIONES:

- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Gilder Garcia Guzmán INGENIERO CIVIL CIP: N° 29674-1 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|--|--|



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Cenizas de hojas de coca y fibras de acero para optimizar las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos", cuyo autor es PILLACA SICHA YULIFER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 09 de Julio del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159 | Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 11-07- 2024 16:46:44 |

Código documento Trilce: TRI - 0806568