

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



**Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño
de mezcla para la vía la Monja, Piura, 2024.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero civil

Autor:

Sanchez Infante, Analia Juliana

Asesor:

Solar Jara, Miguel Ángel

Código ORCID: 0000-0002-8661-418X

Chimbote – Perú

2024

ÍNDICE GENERAL

Índice general.....	ii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras.....	v
Palabras clave	vi
Constancia de originalidad.....	vii
Título.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción	1
Metodología.....	22
Resultados.....	26
Análisis y discusión	64
Conclusiones.....	67
Recomendaciones	68
Referencias bibliográficas.....	69
Anexos	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química en muestras de las CCA.....	8
Tabla 2. Aditivos del concreto según la Norma ASTM – (C 494).	10
Tabla 3. Proporción (L/D – Longitud/Diámetro) de 1.90 – 2.10.....	13
Tabla 4. Que tan conforme se encuentra con el estado actual de la vía la Monja en el presente año	26
Tabla 5. Qué condición cree usted que se encuentra actualmente la carretera de la vía de la Monja	27
Tabla 6. Se puede analizar y realizar el estado actual del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja en el año 2024	28
Tabla 7. Conoce que son, para que sirven y en que son usadas las (CCA) en las obras de construcción civil	29
Tabla 8. Se podría realizar o elaborar un DMC concreto para el pavimento de la vía la Monja usando Cenizas de las cascarillas de arroz (CCA)	30
Tabla 9. Con qué frecuencia transita o usa la vía de la carretera la Monja	31
Tabla 10. Cuáles son las deficiencias del DMC de la misma que actualmente usted cree que está presentando	32
Tabla 11. La adición de las (CCA), habrían influido en las propiedades mecánicas e hidráulicas del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja.....	33
Tabla 12. Conoce que las Cenizas de las cascarillas de arroz (CCA) son usadas como agregados finos en el DMC para los pavimentos de las carreteras, porque estas aumentan la resistencia compresiva a la rotura de los mismos.....	34
Tabla 13. El DMC con un $f'c=210$ kg/cm ² , que se utilizaría en el pavimento de la vía la Monja estaría influenciado por las (CCA)	35
Tabla 14. Resultado del ensayo Pe y Abh para las muestras	39
Tabla 15. Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 0% de adición de las CCA.....	41
Tabla 16. Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 5.0% de adición de las CCA.....	42

Tabla 17. Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 10.0% de adición de las CCA.	43
Tabla 18. Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 15.0% de adición de las CCA.	44
Tabla 19. Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 0% de adición de las CCA.	45
Tabla 20. Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 5.0% de adición de las CCA.	46
Tabla 21. Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 10.0% de adición de las CCA.	47
Tabla 22. Análisis granulométrico del agregado fino	49
Tabla 23. Análisis granulométrico del agregado grueso	50
Tabla 24. Contenido de humedad del agregado fino	51
Tabla 25. Contenido de humedad del agregado grueso	52
Tabla 26. Peso unitario del agregado fino	53
Tabla 27. Peso unitario compactado del agregado fino	54
Tabla 28. Peso unitario suelto del agregado grueso	55
Tabla 29. Peso unitario compactado del agregado grueso	56
Tabla 30. Resistencias, Slump, TMN, Densidad, etc. del DMC.	57
Tabla 31. Determinación del agua y aire para el DMC	58
Tabla 32. Determinación de la cantidad de cemento para el DMC.	59
Tabla 33. Peso del agregado grueso por m ³ del DMC	60
Tabla 34. Peso del agregado fino por m ³ del DMC.	60
Tabla 35. Pesos para los materiales del DMC en estado seco	61
Tabla 36. Pesos corregidos por humedad y absorción del DMC	61
Tabla 37. Pesos corregidos del DMC del PI	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Constancia de Originalidad	vii
Fig. 2. Resistencia requerida especificada y promedio a la compresión	57
Fig. 3. H ₂ O en (L/m ³), para cada tamaño máximo nominal (TMN) de agregados y consistencias indicadas.	58
Fig. 4. Porcentajes de aire atrapado del concreto según TMN	59

PALABRAS CLAVE

Influencia del diseño de la mezcla

Tecnología del concreto

Keyword

Influency of Mix Design

Concrete Technology

Línea de investigación

Línea	Construcción y Gestión de la construcción
--------------	--

Área	Ingeniería y tecnología
-------------	-------------------------

Sub área	Ingeniería Civil
-----------------	------------------

Disciplina	Ingeniería civil Ingeniería de la construcción
-------------------	--

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla para la vía la Monja, Piura, 2024." del (a) estudiante: SANCHEZ INFANTE ANALIA JULIANA, identificado(a) con Código N° 2117100137, se ha verificado un porcentaje de similitud del **12%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 12 de diciembre de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Fig. 1. Constancia de Originalidad

Título

**Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla para la
vía la Monja, Piura, 2024.**

RESUMEN

El presente estudio, tuvo como objetivo, analizar el impacto del uso de ceniza de cascarilla de arroz en la formulación de mezclas de concreto destinadas a la vía La Monja, en Piura, 2024, con la finalidad de identificar alternativas más eficientes que optimicen costos y mejoren la calidad estructural del concreto.

Desde una perspectiva metodológica, la investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, un alcance descriptivo y un diseño cuasi experimental. La población y muestra, estuvo constituida por 76 probetas cilíndricas, donde el índice de rendimiento de diseño (IRD) se evaluó en 9 probetas cilíndricas, utilizando proporciones de CCA del 0%, 5%, 10% y 15%. Para la recolección de datos, se emplearon encuestas, pruebas de laboratorio y fichas de observación.

Los resultados evidenciaron que el 78% de los encuestados respaldaron el estado actual de la DMC. Además, los ensayos de diamantina, peso específico y absorción hidráulica demostraron que la incorporación de CCA tiene un efecto en las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto. Al examinar la resistencia a compresión y otras características del DMC con una resistencia de diseño $f'c = 210$ kg/cm², se concluyó que la adición de CCA en proporciones del 5%, 10% mejora su desempeño.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the impact of the use of rice husk ash in the formulation of concrete mixes for the La Monja Road in Piura, Piura, 2024. The purpose was to identify more efficient alternatives to optimize costs and improve the structural quality of the concrete.

From a methodological perspective, the research is applied, with a quantitative approach, a descriptive scope and a quasi-experimental design. The population and sample consisted of 76 cylindrical specimens, where the design performance index (DPI) was evaluated in 9 cylindrical specimens, using CCA proportions of 0%, 5%, 10% and 15%. Surveys, laboratory tests and observation sheets were used for data collection.

The results showed that 78% of the respondents supported the current state of the DMC. In addition, the diamond, specific gravity and hydraulic absorption tests showed that the incorporation of CCA has an effect on the mechanical and hydraulic properties of concrete. When examining the compressive strength and other characteristics of DMC with a design strength $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, it was concluded that the addition of CCA in proportions of 5%, 10% improves its performance.

INTRODUCCIÓN

La dependencia directa a los tipos de cementos para la creación de urbes, ciudades, pueblos, etc., de ciertos países, sobre todo del cemento portland para la estructuración y el diseño de las mezclas del concreto que es utilizado en los pavimentos de las diferentes obras viales ya sean pequeñas de mediana o gran envergadura a nivel mundial, por esto los países productores de las materias primas para el cemento se ven obligados a incurrir en costos de producción muy altos, al uso casi irracional de los recursos energéticos y naturales. Es por todo esto que existe un interés notable en buscar materiales nuevos en los que el cemento utilizado en las construcciones civiles sobre todo para que la creación de los nuevos diseños de las mezclas de concretos utilizados en pavimentos, presenten ciertas características peculiares como las de ser rentables, viables y eficientes. Por ello la influencia en la mezcla de concretos hidráulicos utilizados para los pavimentos rígidos, se centra en la evaluación que tienen ciertos aditivos o factores, los cuales siempre buscan como objetivo mejorar su desempeño, resistencia y propiedades mecánicas, debido a esto se está experimentando con materiales nuevos que permiten el ahorro de recursos naturales energéticos y no renovables, reducir los costes de su producción y sobre todo que ayuden a mitigar la destrucción progresiva de nuestro planeta. (Mafla, 2019)

El análisis de la siguiente investigación, en relación con las variables de estudio, permitió identificar tesis académicas publicadas en los años recientes, que sirvieron como referencia para el estudio. A continuación, se presentan algunas de ellas:

Rimarachin (2023), tiene como objetivo en su tesis de estudio, analizar la influencia de la adición de hoja de pino radiata (HPR) y fibra de capulí (FC) en las propiedades físicas y mecánicas de muros construidos con ladrillos de concreto en Cajamarca durante el año 2022. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Se elaboraron 815 ladrillos, incluyendo un 15% adicional por desperdicio, utilizando cuatro dosificaciones de HPR y FC (1.00%, 1.50%, 2.00% y 2.50%), además de una muestra patrón sin aditivos. Se realizaron pruebas de compresión en unidades, prismas y muretes tras 28 días de curado. Se

concluyó que los ladrillos con adición de HPR y FC mostraron mejoras en la resistencia a la compresión simple, axial y diagonal en comparación con la muestra patrón. La mejor resistencia se obtuvo con la dosificación del 1.50% (1.00% HPR + 0.50% FC), considerada óptima para mejorar el desempeño mecánico del material.

Larrea (2023), tiene como propósito en su investigación, establecer el empleo de ceniza de cascarilla de *Oryza sativa* como material de relleno en sustitución del cemento, con la finalidad de optimizar la resistencia y prolongar la vida útil del concreto de mezclas asfálticas, reduciendo el impacto ambiental y costos de producción. Se llevó a cabo un estudio de diseño experimental con la elaboración de 180 briquetas para tránsito específico. Se aplicó la metodología Marshall, incorporando distintos porcentajes de ceniza de cascarilla (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%) en el diseño MAC-02. Como resultado, las muestras con ceniza de cascarilla cumplieron los estándares de calidad en agregados y propiedades mecánicas. Se determinó que la mejor dosificación fue del 0.75%, obteniendo mejoras en la mezcla asfáltica para los tres niveles de tránsito en comparación con la mezcla convencional.

Zambrano (2021), en su tesis de investigación, tuvo como objetivo, reemplazar el uso constante del concreto estándar y darle viabilidad a propiedades más loables y orientadas a la mayor duración y menos costo. El diseño del estudio fue de carácter experimental, considerando un enfoque cuantitativo y de alcance descriptivo, se diseñaron mezclas de concreto con diferentes porcentajes de CCA, donde las probetas fueron moldeadas con un diseño de mezcla que incluyó la relación agua/cemento (a/c) de 0.615, con un contenido de cemento de 350 kg, 175 litros de agua y 2.5% de aire atrapado. Se concluyó que los mejores resultados se producen logrando un incremento del 12% para la resistencia compresiva a la rotura con respecto al diseño estándar de los especímenes ensayados con las CCA adicionadas al 5% y que el diseño de los especímenes o probetas tuvo resultados corregidos en peso de TMN, f'_{cr} , %aAT, WCem., WH₂O y relación a/c de 3/4", 300 kg/cm², 2.5%, 350 Kg, 175 Lt y 0.615, respectivamente.

Quiroz & Urbina (2021), en su tesis de estudio, tuvo como propósito explorar la posibilidad de emplear puzolánicas artificiales, como las Cenizas de Cascarilla de Arroz (CCA), para mejorar la elaboración del concreto hidráulico destinado a pavimentos rígidos. El diseño del estudio de tesis fue experimental, de enfoque cuantitativo, en la que se emplearon mezclas de concreto hidráulico con diversas puzolánicas artificiales, principalmente CCA, para evaluar su comportamiento en pavimentos rígidos. Se diseñaron mezclas con porcentajes específicos de estas puzolánicas y se sometieron a ensayos para analizar sus propiedades mecánicas, como la capacidad de soportar cargas y resistencia al deterioro en el tiempo. Los resultados obtenidos, indicaron que el uso de CCA y otras puzolánicas artificiales en las mezclas de concreto para pavimentos rígidos muestran un comportamiento positivo, ya que contribuyó a mejorar la durabilidad y resistencia del concreto, reduciendo la probabilidad de agrietamientos tempranos y el desgaste prematuro.

Mohd, Malik, & Tangri (2020), en su estudio publicado, tuvo como objetivo analizar la influencia de las fibras de lima, coco y las cenizas de las cáscaras de arroz (CCA) sobre las propiedades de resistencia de la subrasante en pavimentos de carreteras, específicamente analizando su impacto en el índice CBR (California Bearing Ratio), utilizado para determinar la resistencia de suelos tratados para ser utilizados como base en pavimentos. El estudio utilizó la metodología o técnica CBR para evaluar las propiedades de resistencia tanto de las probetas con suelo natural como de aquellas que fueron modificadas con fibras de lima, coco y CCA. Además, se realizaron pruebas, mediante la combinación de cemento y agua, donde se logró formular un diseño de mezcla de concreto (DMC) con una relación agua/cemento (a/c) de 0.587, utilizando un total de 580 kg de cemento y 338 litros de agua. y un porcentaje de aire atrapado del 2%. Los investigadores concluyeron que la adición de CCA incrementa significativamente el CBR, mejorando la resistencia de la subrasante, lo que indica que las CCA tienen un valor agregado en la mejora de las características específicas de los suelos tratados para pavimentos.

Arévalo & López (2020), en su investigación, el objetivo fue analizar el impacto de incorporar ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia del concreto, buscando así optimizar sus propiedades mecánicas en la región de San Martín. Por otro lado, se realizó una investigación de diseño experimental en la que se diseñaron mezclas de concreto con valores resistentes de 175 kg/cm² y 210 kg/cm². Se probaron inicialmente seis porcentajes de adición, definiéndose tres (2%, 4% y 6%) para ensayos de compresión. Conforme a los resultados obtenidos, se concluyó que, a los 28 días, la adición del 2% de ceniza de cascarilla de arroz hay una mejora en resistencia a la compresión en un 0.64% y 1.65% para las dos mezclas analizadas, mientras que la resistencia a la flexión aumentó en un 5.67% y 3.84%, respectivamente.

Rojas (2020), en su estudio investigativo, tuvo como objetivo, determinar si los bloques de concreto artesanal fabricados en Cutervo cumplen con la Norma Técnica E.070-2016, analizando sus propiedades físicas (dimensiones, alabeo, absorción) y mecánicas (resistencia a compresión). En relación a la metodología, sigue un enfoque no experimental, de tipo aplicado y posee un enfoque cuantitativo, donde se recolectaron muestras de bloques de distintos productores en Cutervo y se sometieron a pruebas de laboratorio. Se concluyó que los bloques presentaron variaciones dimensionales y problemas en alabeo y absorción. Además, algunos no alcanzaron la resistencia a la compresión mínima, evidenciando la falta de control de calidad en su producción.

Muñoz (2019), en su tesis de estudio, tuvo como objetivo, demostrar los diferentes aditivos en el concreto y comparar las especificidades del concreto en estado endurecido y fresco al incorporar puzolana natural de Chongos Alto, frente al uso de cemento puzolánico. El estudio presenta un enfoque cuantitativo, de diseño experimental comparativo y de tipo aplicado. La muestra incluyó mezclas patrón y experimentales, sometidas a pruebas de laboratorio normadas para analizar sus propiedades físico-mecánicas y comparar su desempeño. Se concluyó que al adicionar un 20% de puzolana natural al concreto, está aporta en estado endurecido a la evaluación del comportamiento del concreto, logrando proporciones de a/c = 0.45, 0.58, 0.74, mientras que a los 14 días de curado se logra un incremento en la resistencia

compresiva a la rotura para el 0, 5, 10 y 20% de 184.15 a 207.50 kg/cm², 242.18 a 272.58 kg/cm², 318.20 a 343.60 kg/cm² y 410.05 a 422.25 kg/cm², respectivamente; así mismo a los 90 días se observa que se logra el incremento a la resistencia de 518.10 hasta 530.20 kg/cm², de 425.45 hasta 462.25 kg/cm² y de 318.71 hasta un 330.15 kg/cm² y 292.16 a 305.44 kg/cm² para las cuatro muestras, respectivamente.

Rodríguez (2019), realizó un estudio de investigación, el cual tuvo como objetivo, evaluar el uso de las CCA como agregados finos en el diseño de mezclas de concreto para pavimentos en la Región Piurana, se fabricaron cuatro diseños con CCA en proporciones del 3%, 5%, 10% y 15%, además de una mezcla patrón sin aditivos. Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño experimental, donde la investigación fue de carácter aplicado y comparativo. Los resultados mostraron que las mezclas con 3% y 5% de CCA presentaron menor resistencia a la compresión en comparación con la mezcla patrón (1% y 2% menos, respectivamente), pero ofrecieron mayor trabajabilidad sin alterar la inclusión de aire ni la humedad.

Salas, Delvasto & Mejía (2019), en su tesis de estudio, tuvo como objetivo, determinar el proceso de fabricación de concretos de alta resistencia mediante la incorporación de CCA con elevada reactividad. La tesis de estudio tuvo un enfoque cuantitativo con un diseño experimental, donde se investigó la viabilidad de producir concretos de alto desempeño (HPC) utilizando un material puzolánico altamente reactivo, obtenido a partir de CCA, la cual tratada de forma química. Se concluyó, que estos concretos presentaban características similares a los elaborados con humo de sílice (SF) en niveles equivalentes de reemplazo, demostrando que la ceniza tratada químicamente puede ser una alternativa efectiva para optimizar la calidad y desempeño del concreto.

Bucaran (2018), en su trabajo investigativo titulado: “Uso de (CCA – cenizas de cascarillas de arroz), como agregado para reemplazar parcialmente al cemento en la fabricación de hormigones tradicionales, Ecuador, 2018”, tuvo como propósito, analizar el impacto de la incorporación de CCA como aditivo provisional en el

cemento, con el propósito de examinar la resistencia a la compresión de hormigones convencionales y determinar su factibilidad tanto técnica como económica en la producción de concreto. Para ello, la investigación se presenta con un enfoque cuantitativo y de carácter aplicado, al recopilar los datos de forma numérica, mostrados en los ensayos de laboratorio. Además el alcance de la investigación es descriptivo, con un diseño pre-experimental. Del mismo modo, se usaron los materiales adecuados, incluyendo CCA obtenida a partir de la combustión controlada de cascarilla de arroz, junto con cemento, agregados y agua seleccionados conforme a normativas establecidas. Se concluyó que los mejores resultados producidos son logrados al incrementarse en un 22% respecto a la resistencia compresiva a la rotura de su patrón de diseño que fueron adicionadas con las CCA en un 20% en hormigones ensayados.

Córdova (2018), en su tesis investigativa que tituló: “El uso de las cenizas de cascarillas de arroz (CCA) para diseñar las losas del pavimento rígido de la Avenida Chulucanas en los Kilómetros (1+750 a 2+750), Piura – 2018”, tuvo como objetivo, demostrar que la influencia en la resistencia compresiva a la rotura y su gran capacidad de absorción hidráulica es posible con la adición de las CCA. El estudio, posee un enfoque cuantitativo, es de tipo aplicada y presenta un diseño cuasi-experimental. La población está conformada por 24 probetas de concreto, con una muestra de 6 probetas ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Se utilizaron técnicas de recolección de datos mediante ensayos físico-químicos y pruebas de resistencia a la compresión. Asimismo, se llevó a cabo un estudio de costo-beneficio con el objetivo de determinar su factibilidad económica del uso de CCA en la mezcla de concreto. Los resultados obtenidos, determinaron que para la mezcla patrón al 5% y 10.0% a los 7 y 14 días del curado, respectivamente con la adición de las CCA, se superó en la resistencia compresiva a la rotura requerida de 155.00 kg/cm² a 171.00 kg/cm² y 191.00 kg/cm² a 206.00 kg/cm² respectivamente.

Para mejorar lo evidenciado en los antecedentes, es fundamental establecer un sólido fundamento científico. Esto implica elaborar conceptos clave relacionados con la investigación.

Estudio Topográfico, El estudio topográfico es el primer paso en el análisis técnico de un terreno. Su objetivo es examinar detalladamente la superficie, considerando sus aspectos físicos, geográficos y geomorfológicos, así como las modificaciones realizadas por el ser humano. Para llevar a cabo estos estudios, se emplean herramientas especializadas. Entre las más utilizadas están los sistemas GPS, que permiten obtener ubicaciones precisas mediante señales satelitales, y las estaciones totales, dispositivos que combinan teodolitos electrónicos con distanciómetros para calcular coordenadas a partir de mediciones angulares y distancias. (EIGO Construcciones, 2024).

Los estudios de mecánica de suelos (EMS), se encargan de analizar las fuerzas que actúan sobre la superficie terrestre y cómo interactúan con el terreno para determinar el tipo de material y suelo adecuado para el relleno. Este análisis es fundamental antes de iniciar cualquier construcción, permite conocer las propiedades del suelo y utilizarlas de manera eficiente, según las necesidades del proyecto Se pueden calcular y diseñar las cimentaciones y estructuras más adecuadas para la obra. El proceso incluye la toma de muestras del suelo, que luego se analizan en un laboratorio para identificar sus componentes. (Arcus Global, 2018)

El Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d), tiene como propósito evidenciar que el proyecto dispone de un plan de acción para manejar los potenciales efectos en el medio ambiente y la sociedad. adversos de manera significativa. Asimismo, el EIA-d tiene la finalidad de fortalecer los efectos positivos, además de implementar medidas para prevenir, reducir, restaurar y si es preciso, mitigar los efectos adversos. La elaboración de este documento es responsabilidad del titular del proyecto de inversión, quien debe contratar a una consultora ambiental autorizada para llevar a cabo el proceso, quien contrata a una consultora ambiental autorizada para llevar a cabo el trabajo. La evaluación del EIA-d es responsabilidad del Estado. (Plataforma del Estado Peruano, 2024)

Las CCA son un subproducto de los desechos agrícolas, las cuales al ser sometidas a un proceso de descomposición termoquímica generan a las CCA, estas varían según el clima y su ubicación geográfica donde se siembra al arroz, representan del 14 al 30% en peso luego de ser quemadas. Las CCA, aunque son ricas en SO₂, cuando aún no son procesadas contienen material orgánico como: D-xilosa, D-10 galactosa, lignina, celulosa, cantidades de ácido metilglucurónico en pequeñísimas cantidades, todos estas suman aproximadamente un 84%, (Krishnarao Márquez, 2017)

Las CCA una vez tratadas y procesadas están formadas de compuestos químicos como la Sílice, Óxidos, Sulfatos y Otros esto se debe a que mediante el proceso en las que son calcinadas, estas generan elementos nuevos, los cuales causan la formación de los compuestos antes mencionadas por las reacciones termoquímicas del fuego a las que fueron sometidas a las cascarillas de arroz, la composición química de dos (02) muestras de CCA. (Krishnarao Márquez, 2017)

Tabla 1

Composición química en muestras de las CCA.

Compuesto químico	M1 (%)	M2 (%)
SO₂ – Sílice	93.10	95.50
K₂O – Óxido de Potasio	2.12	1.15
MgO – Óxido de Magnesio	0.94	0.24
CaO – Óxido de Calcio	0.56	0.28
Na₂O – Óxido de Sodio	0.10	0.75
SO₄ – Sulfatos	0.06	1.12
Al₂O₃ – Óxido de Aluminio	0.14	–
TiO₂ – Óxido de Titanio	0.05	0.06
Otros	2.93	0.90
Total	100	100

El concreto, es el material resultante de mezclar al cemento hidráulico con agua, agregado fino y grueso, a esta mezcla se le puede o no agregar aditivos, la trabajabilidad del mismo es sumamente variable ya que debido al encofrado puede ser vaciado en diferentes dimensiones, (Harmsen Lewis, 2018)

Los componentes del concreto simple, la gran mayoría de los concretos presentan a 4 componentes primordiales como el cemento, agua, agregados y aditivos, los cuales son detallados a continuación:

El cemento, es el material artificial obtenido mediante un proceso de molienda y homogenización de las calizas, arcillas u otras materias primas, el producto de este proceso es llevado a altas temperaturas, resultando un producto intermedio que es conocido como Clinker, el cual al ser triturado con yeso dihidrato en un 5% en peso resulta el producto final que conocemos como cemento (ASOCEM, 2024)

El agua, es otro componente primordial del concreto, esta debe estar libre de impurezas como: materias orgánicas, aceites, sales, óxidos, ácidos, etc, es recomendable que de preferencia sea potable o potabilizada, debido a que su función principal es la de permitir y desarrollar la capacidad ligante, así como de hidratarlo, ya que esto mejora la trabajabilidad de la mezcla, se debe tener en cuenta que el volumen de H₂O utilizado, del mismo modo, la proporción de cemento utilizada en el diseño del concreto se establece a partir de la relación agua/cemento (a/c), considerada el factor clave en el DMC. Esta relación influye de manera inversa en la resistencia a la compresión del concreto, según lo establece la ley de Abrams (f'_{cr} vs a/c), la cual indica que en tanto sea mayor la proporción a/c, por lo tanto, la resistencia mecánica obtenida del concreto diseñado, será menor (Harmsen Lewis, 2018)

Los agregados, son compuestos obtenidos de los materiales geológicos como: piedra, arena, grava, puzolanas, etc, estos influyen directamente en el concreto en sus propiedades mecánicas e hidráulicas, además de representar respecto al volumen del concreto del 60 al 75%, estos agregados se subdividen en: AG (es el material retenido en el tamiz N°4 de 4.75 mm) y AF (son los fragmentos que pasan en el tamiz N°4).

Por general se deben ser determinadas algunas de las características de los agregados antes de usar los métodos para diseñar el concreto como son el de granulometría, peso específico, pesos volumétricos (para el agregado suelto como para el compactado), peso específico, absorción, humedad, MF – módulo de finura de la arena, TMN – tamaño nominal máximo de los agregados, dichos valores son obtenidos mediante ensayos estandarizados de laboratorio. (ASOCEM, 2024)

Los aditivos, son sustancias distintas al cemento, pueden ser plastificantes, retardantes, acelerantes, minerales, fibras, etc, estos son comúnmente usados por razones como el incremento de la plasticidad del concreto sin que el contenido de H₂O del mismo se cambie, la reducción del contenido de H₂O en el concreto sin que la trabajabilidad del mismo se cambie, ajustamiento de los tiempos de fraguado del concreto, etc. Estos son adicionados en el concreto en volúmenes inferiores al 5% del peso del cementante, estos se clasifican según la Norma técnica: ASTM – (C 494), en aditivos del “Tipo (A), (B), (C), (D), (E), (F) y(G)”. (Harmsen Lewis, 2018)

Tabla 2

Aditivos del concreto según la Norma ASTM – (C 494).

Tipo de aditivo	Función del aditivo
Tipo (A)	Plastificante reductor de H ₂ O
Tipo (B)	Retardante
Tipo (C)	Acelerante
Tipo (D)	Reductor de H ₂ O y retardante
Tipo (E)	Reductor de H ₂ O y acelerante
Tipo (F)	Reductor de H ₂ O de alto rango
Tipo (G)	Reductor de H ₂ O de alto rango y retardante

Nota. Fuente: Componentes para el diseño del concreto para pavimentos, Harmsen (2018).

Los ensayos realizados al concreto se pueden clasificar como ensayos en el estado de concreto fresco y endurecido, respectivamente.

Las pruebas realizadas en el concreto en estado fresco incluyen varios ensayos fundamentales. Entre ellos, la prueba del cono de Abrams, regulada por la Norma Técnica NTP 339.035, que permite evaluar el asentamiento del concreto. Asimismo, se lleva a cabo el ensayo de rendimiento y medición del aire atrapado en el concreto, conforme a la Norma Técnica NTP 339.046. Para analizar la exudación del concreto, se aplica el ensayo correspondiente según la Norma Técnica NTP 330.077. Finalmente, la determinación del peso específico (Pe) y el porcentaje de absorción hidráulica (Abh) se realiza siguiendo los lineamientos de la Norma ASTM C128. (Harmsen Lewis, 2018)

Los ensayos del concreto endurecido, los más importantes son: Ensayo de determinación para la fuerza resistiva a la flexión del concreto en vigas apoyadas simplemente con Q(cargas) en el centro de su tramo, según la Norma Técnica (NTP – 339.084), Ensayo de compresión por esfuerzos: Según la Norma Técnica (NTP – 339.034), estos se deben realizar a probetas o núcleos de concreto; pero existen ensayos que permiten evaluar a estructuras en el que se sospecha que el concreto de la misma haya podido reducir su resistencia de diseño, como: La aplicación de Q(cargas-tempranas) en las estructuras, fallas por incendios, fallas por curado, etc, estos ensayos son conocidos como los No destructivos, porque al ser realizados no afectan en sí a la estructura evaluada, entre estos tenemos al ensayo: De penetración, de extracción y de madurez por deslizamientos, el esclerométrico, etc, mientras que entre los ensayos destructivos que son aquellos que si afectan a la estructura en si al ser evaluada, tenemos al ensayo de diamantina. (Harmsen Lewis, 2018)

Ensayo del Pe (peso específico) y Abh (porcentaje de absorción hidráulico) para muestras del concreto fresco. Esta prueba sirve para hallar el incremento del agregado fino en masa en concretos frescos con motivo de la penetración del H₂O en las partículas a través de sus poros en períodos de tiempos preestablecidos, no incluyendo al H₂O adherida en el exterior de la superficie de las mismas, expresada como un

porcentaje de la muestra sin H₂O, generalmente según la norma técnica (ASTM – C128), se deben tener los siguientes datos para el ensayo y estos se deben reemplazar en las fórmulas siguientes:

AP: Peso muestral sin H₂O en el aire.

BP: Peso muestral saturada superficialmente sin H₂O en el aire=S.

CP: Peso muestral saturada en el H₂O.

$$\text{Pe aparente (Pea)} = \frac{A_p}{(A_p - C_p)}$$

$$\text{Pe de masa (Pem)} = \frac{A_p}{(B_p - C_p)}$$

$$\text{Pe de masa saturada con superficie seca (PeSSS)} = \frac{B_p}{(B_p - C_p)}$$

$$\text{Porcentaje de absorción hidráulica (Abh)} = \frac{S - A_p}{A_p} \times 100$$

Ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido, este ensayo es uno de los más importantes, ya que se realiza al momento en el cual el hormigón o concreto ya adquirió la suficiente resistencia, por ende al momento de la incisión del núcleo o probeta, lo que asegura que no se pierda adherencia con la mezcla o pasta por parte de los agregados, generalmente se aplica en muestras curadas como mínimo a los 07 o 14 días, según la norma técnica (NTP – 339.059) del año 2017, el método para obtener los corazones diamantinos en las secciones de vigas de concreto del mencionado ensayo deben seguir algunas especificaciones técnicas y recomendaciones como:

- Las muestras que se extraigan en preferencia deben cumplir con la proporción (L/D – Longitud/Diámetro) de 1.90 – 2.10, luego de ser pulidas o capeadas. Si en caso la proporción $L/D \in (1.75, 2.10)$ no se debe aplicar el Fc (Factor de Corrección); pero si $L/D > 2.10$ el núcleo diamantino se debe rectificar; pero para el caso en el que dicha relación no se cumple, se deben aplicar los FC:

Tabla 3

Proporción (L/D – Longitud/Diámetro) de 1.90 – 2.10.

Proporción (L/D)	Factor de Corrección (FC)
1.750	0.980
1.500	0.960
1.250	0.930
1.000	0.870

Nota: Fuente. Norma técnica NTP – 339.059 (2017).

- Los núcleos muestrales deben ser extraídos de forma perpendicular y en distancias mayores a los 15.00 cm desde las juntas del área vaciada en las losas.
- Los núcleos muestrales que se extraigan deben presentar diámetros iguales o mayores a 2 TMN (doble del máximo tamaño nominal) del agregado grueso, para determinar con mayor exactitud a la resistencia compresiva por rotura de las muestras.
- Una vez extraídos estos núcleos, se debe proceder al secado de sus superficies, sin exceder una hora de ser extraídas, con el fin de permitir que se evapore la humedad que resulto del ensayo realizado, para posteriormente colocarlas en bolsas separadas y selladas.
- Estos núcleos en bolsas separadas y selladas deben ser conservados en al menos 5.0 y cuando mucho 7.0 días, antes de realizar el ensayo, salvo alguna indicación adicional del responsable profesional del laboratorio.

El diseño para mezclas del concreto, al hablar de diseñar mezclas del concreto, estamos haciendo referencia a como elegir los componentes más favorables y adecuados para diseñar el concreto, para esto debemos establecer sus mejores proporciones relativas con el fin de la elaboración de un concreto, con ciertas propiedades mínimas para su resistencia, con conveniencia para su trabajabilidad y durabilidad; pero que principalmente sea relativamente económico, es decir el diseño

del concreto se trata de determinar su dosificación y proporción de los elementos que lo conformaran, existen varios métodos para dicho diseño, tales como: Los métodos de Fuller, (ACI – 211), (MF – Módulo de Finura al combinar agregados, etc. Para la elaboración del DMC hidráulico para pavimentos rígidos, se debe tener en cuenta la información siguiente: el cemento (marca, tipo y Pe del cemento), mientras que para el agregado (textura y perfil superficial, contenido y porcentaje de humedad y absorción respectivamente, peso unitario en seco y compactado, Pe, análisis granulométrico, pérdida por abrasión de los agregados, etc. (González, Cano, & Rocha, 2018).

Procesos y fenómenos a tener en cuenta para el diseño del concreto:

- **Compactación:** Es un proceso relativamente importante porque a través de este se densifica a través del reducimiento de la cantidad de vacíos en la masa de la muestra.
- **Trabajabilidad:** Se trata de cuan flexible y consistente frente al manejo o trabajo puede llegar a ser el concreto, generalmente la relación proporcional de los agregados debe ser la correcta y adecuada con el fin de garantizar la mejor trabajabilidad del concreto que se desea diseñar.
- **Exudación:** Este proceso es referido al H₂O que es separada del hormigón debido a la sedimentación y que se deposita en la superficie del concreto, es por eso que este proceso debe ser bien regulado porque una exagerada exudación nos da como Result. a concretos porosos, poco durables y de resistencias bajas, lo que perjudicaría al diseño de los mismos.
- **Segregación:** Es el fenómeno que consiste en la separación de los agregados del concreto, lo cual provoca una disformidad homogénea de su mezcla, estos efectos de la segregación suelen darse durante la compactación, vertido y transporte del concreto lo que es muy perjudicial para el diseño del mismo.

- Resistencia compresiva a la rotura: Esta se mide con el rompimiento de núcleos o probetas cilíndricas hechas de concreto en algunos tipos de ensayos hechos en los laboratorios, para evitar resultados extra aleatorios en dichos ensayos, respecto a la resistencia compresiva a la rotura del concreto o hormigón, estos se deben realizar por la prueba de los conos en probetas de 7.50 y 30.00 cm de radio y longitud respectivamente que ya hayan sido fabricadas y curadas, las cuales serán sometidos a Fuerzas compresivas en la máquinas como la TBTCTM-5000, (Ver Figura 02), se calcula de forma matemática con una P(carga de rotura) dividiéndola con la superficie del área que soporta a dicha carga, como se muestra a continuación:

$$R_C = \frac{P}{S}$$

Donde:

P: Máxima carga de rotura aplicada (Kg).

S: Superficie de la sección transversal (cm²).

R_C: la compresión en resistencia kg/cm².

Los enfoques conceptuales del PI, son:

Aditivos. Son sustancias químicas incorporadas al concreto durante el proceso de mezclado con el propósito de alterar ciertas propiedades de la mezcla. Sin embargo, no deben ser vistos como un reemplazo en el diseño de mezclas, ni como una alternativa a una adecuada selección de materiales, mano de obra calificada o buenas prácticas constructivas. (ASOCEM, 2024)

Agregados. Se trata de un material generalmente granular, como: escorias, piedra triturada, arena, grava, etc, estos son utilizados con algún medio cementante para elaborar al hormigón o concreto hidráulico, puede ser utilizado en estado natural o triturado, esto depende del uso y aplicación requerida. (ASOCEM, 2024)

Agua potabilizada. Es el resultado de una gama de tratamientos que permiten que el H₂O pueda ser bebida con garantía, es decir que este apta para el consumo de las personas o para otros procesos industriales y semi industriales. (Krishnarao Márquez, 2017)

Capacidad hidráulica. Característica física mecánica de los cuerpos y ciertos materiales para la absorción o repulsión del agua, esta depende de la superficie de su sección transversal y rugosidad de los cuerpos. (ASOCEM, 2024)

Cascarillas de arroz. Es un subproducto generado al moler con algún proceso de molienda a los granos de arroz proveniente de los cultivos del mismo cereal. Estas están compuestas por 02 glumas llamadas lemma y palea, las cuales están unidas por cierta estructura en forma de ganchos, ubicadas en la parte exterior de los granos de arroz. (Krishnarao Márquez, 2017)

Cenizas de cascarillas de arroz (CCA). Son un tipo de puzolánicas provenientes de los desechos agrícolas, que al ser tratadas a través de ciertos procesos termodinámicos adquieren ciertas características químicas, que al ser mezcladas con el cemento para la elaboración de concretos o hormigones, estas aumentan la resistencia de los mismos, es decir los concretos o hormigones mejoran todas sus demás características mecánicas. (Krishnarao Márquez, 2017)

Cemento. Es un conglomerante cuya presentación es de un polvo fino y suave, este se endurece luego de ponerse en contacto con el H₂O, son producidos a partir de una mezcla de arcillas, calizas, etc, las cuales luego son pasadas por un proceso de molienda y embolsadas. (ASOCEM, 2024)

Hormigón o Concreto. Material compuesto que es utilizado para la construcción de estructuras civiles, como muros, techos, paredes, pisos, elementos de decoración, grandes estructuras, etc, este material es el resultado de mezclar arena, piedras agua y cemento, (ASOCEM, 2017).

DMC – Diseño de mezclas de concreto. Es un sistema que consiste en la preparación de mezclas de concreto con ciertas particularidades iniciales, estas pueden ser calculadas por diferentes métodos, a este diseño se le deben realizar diferentes ensayos de controles para garantizar su calidad como: masa unitaria, resistencia a la compresión, asentamiento, tiempos de fraguado. (González, Cano, & Rocha, 2018)

Ensayos de laboratorio. Como su propio nombre lo dice estos ensayos son realizados en los laboratorios, los cuales son lugares acondicionados a temperatura, humedad, etc, controladas, ya que estos están destinados a realizar todo tipo de ensayos o estudios para los diferentes productos y materiales. (ASOCEM, 2024)

Estudios de ingeniería. Los estudios de ingeniería (EI), son el resultado de ciertos análisis técnicos, tecnológicos y científicos, estos ayudan y preparan a todas las investigaciones para crear, desarrollar, innovar, mejorar las herramientas y procesos, etc, entre los más conocidos se tiene al EMS, estudio topográfico, EIA. (Muñoz Solano, 2019).

Resistencia compresiva a la rotura. Considerada como una de las principales Características Mecánicas del hormigón y definida como la suficiencia para el soporte de una carga o esfuerzo por unidad superficial, generalmente es expresada en kg/cm², Mpa, PSI, etc. (González, Cano, & Rocha, 2018)

Trabajabilidad. Es la forma en la que una mezcla de hormigón se puede manejar al ser transportada, compactada, mezclada, etc sin tener que realizar esfuerzos excesivos ni segregaciones y conseguir con los medios disponibles de la obra las características del elemento trabajado. (González, Cano, & Rocha, 2018)

La presente investigación, se justifica teóricamente, ya que, busca abordar un problema identificado en estudios previos sobre el uso de la Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA) como agregado en el concreto, con el fin de explorar sus efectos en las propiedades físico-mecánicas e hidráulicas del concreto utilizado en pavimentos rígidos. Desde el enfoque social, se pretende promover la utilización de la CCA en investigaciones futuras, dado su potencial para mejorar las características del concreto

a un costo más accesible. Este conocimiento contribuirá al desarrollo de nuevas alternativas para el uso sostenible de residuos industriales en la construcción, impactando de forma positiva en el recorte de gastos y en la preservación ambiental. Desde el aspecto técnico, la investigación ofrecerá soluciones para el manejo y diseño del concreto, al incorporar la CCA. Se evaluará el comportamiento del componente en las diferentes proporciones de sílice (SiO_2) proveniente de las CCA en las propiedades del concreto. En términos metodológicos, la investigación seguirá un diseño no experimental con la creación de dos mezclas patrón: una sin la adición de CCA y otra con diferentes proporciones de sílice (SiO_2) proveniente de las CCA. Por otro lado, se justifica científicamente, porque contribuye al avance del conocimiento sobre el uso de la Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA) como un agregado alternativo en la mezcla de concreto. A través de la evaluación detallada de sus efectos sobre las propiedades físico-mecánicas e hidráulicas del concreto, se busca generar datos científicos que permitan comprender de manera precisa la influencia del mismo.

El problema abordado radica en la construcción del concreto en la estructura vial de la carretera de la Monja, ubicada en Ayabaca, Piura, ya que fue desarrollada con pavimento rígido y solo un tramo de 3 Km por ser experimental se utilizó a las CCA en el DMC utilizado para pavimentar dicha carretera, por ser un sector marginal, carece de pistas aledañas con (pavimento rígido), entonces no permite un tránsito peatonal y vehicular adecuado por no presentar en su parte superior con una afirmada superficie. Esta vía compromete la integración y la seguridad deben tener las viviendas que ocupan las familias que habitan en sus alrededores, que generalmente están construidas de material rústico, sobre todo en las épocas donde se presenta el fenómeno del niño. En el Perú se está buscando promover el uso de tecnologías con materiales diversificados que permitan constituir algún tipo de mejora en los diseños de las mezclas de los concretos al pavimentar que gestionan los Integrantes del RVN y MTC, (MTC, 2016), por ende, como investigaciones pasadas evidencian que el adicionamiento de puzolánicas como agregados finos influyen en la resistencia sobre todo en la compresiva e hidráulica del concreto, sobre todo en su etapa de diseño, por ende, es factible intuir que al adicionar porcentajes(%) de las CCA, mejoraría en la

resistencia compresiva a la rotura; pero para todos los casos las proporciones no serán las mismas si se busca favorecer al concreto en su resistencia, además en el presente PI, nos orientaremos al estado actual, costos y tiempos de conservación (vida útil) del pavimento en particular del tipo rígido con agregados puzolánicos, con el fin del mejoramiento de la capacidad hidráulica y la resistencia a la rotura compresiva del concreto como el que propondremos para la estructura vial de la carretera la Monja, debido a que la realidad problemática actual del diseño utilizado en las mezcla del concreto para el pavimento de la carretera de la Monja no ha cumplido con el periodo de vida útil establecido por sus diseñadores, presentando un prematuro deterioro (rajaduras, huecos, acumulamiento de agua tras las lluvias, etc) de la misma. En base al problema definido se plantea como interrogante lo siguiente: ¿Cómo determinar la influencia de las CCA – cenizas de cascarillas de arroz, en el diseño de la mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2024?

En conceptualización y operacionalización de las variables estas son definidas como: “El tipo de elementos de un estudio que se pueden manipular, medir y analizar, de acuerdo a las propiedades y características de las mismas, estas son del tipo cualitativas o cuantitativas”. (Bernal, 2018)

Variable 1: Las cenizas de las cascarillas de arroz.

Definición conceptual: Las cenizas de cascarillas de arroz – CCA resultan al descomponer termoquímicamente (por pirolisis, combustión o gasificación) a los restos sólidos de las cascarillas del arroz, estas presentan una firmeza delicada o abrasiva, su tonalidad está entre el plomo parduzco y granate sombrío, además presentan una concentración relativamente baja, ocupan un espacio muy dilatado al ser juntadas, su peso específico está entre 120 y 130 kg/m³. (Cabrera García, 2019)

Definición operacional: Las CCA por presentar un porcentaje (%) de sílice de más del 93%, por ende, puede mezclarse o usarse con el cemento como agregado de forma parcial, con el fin de obtener un buen diseño de las mezclas para la resistencia en hormigones y morteros, llevando a reducir de forma considerable al cemento, por lo tanto, es considerado como un material cementante ideal. (Larrea Saldaña, 2023)

Variable 2: Influencia en el diseño de la mezcla para la vía la Monja.

Definición conceptual: Es el proceso en el que se eligen a los componentes o compuestos del concreto con sus relativas proporciones para su respectivo diseño, con la finalidad de buscar algún tipo de influencia con ciertas propiedades mínimas, como: La resistencia, capacidad hidráulica, durabilidad y trabajabilidad, para rasante y subrasante del pavimento donde será utilizado. (González, Cano, & Rocha, 2018)

Definición operacional: Se trata del nivel o proceso de determinación para las proporciones que deben ocupar los elementos y aditivos que conformaran a la mezcla de concreto en su etapa de diseño, para obtener dicha influencia como a la resistencia para la compresión, capacidad hidráulica, etc., en pavimentos u otros materiales de la

construcción civil, se necesitan de ensayos de laboratorios para comprobar la factibilidad y viabilidad de los hormigones o concretos. (Sánchez Vivas, 2017)

La operacionalización de variables “Son un conjunto o serie de indicaciones o procedimientos que tienen como fin, la medición de cualquier variable cualitativa o cuantitativa que se encuentra definida de forma conceptual, por ende, con la operacionalización de variables pretendemos obtener la información máxima posible de las variables, con la finalidad de adecuarla al contexto y captar su sentido de la misma”. (Bernal, 2018)

Por otra parte, surgió la necesidad de solucionar el problema encontrado, por medio de la hipótesis, evaluar si existe influencia de las CCA – cenizas de cascarillas de arroz en el diseño de la mezcla del concreto con un $f'c=210$ kg/cm², utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024.

Asimismo, la presente investigación planteó como objetivo general: Determinar la influencia de las cenizas de cascarillas de arroz (CCA), en el diseño de la mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2024, para lo cual se planificaron los siguientes objetivos específicos: Realizar una evaluación del estado actual del pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024; Determinar que la adición de las CCA, habrían influido en las propiedades mecánicas e hidráulicas del diseño de la mezcla del concreto utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024; Hallar la influencia de las CCA – cenizas de cascarillas de arroz en el diseño de la mezcla del concreto con un $f'c=210$ kg/cm², utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024.

METODOLOGÍA

El tipo de investigación, que adopta el presente estudio, es de propósito aplicada ya que fue necesario del requerimiento de la teoría y los entendimientos prácticos, para determinar de qué forma las CCA, influirían en el DMC para la vía la Monja, Piura, 2024. “Una investigación aplicada, se orienta a solucionar de forma inmediata algún inconveniente del conglomerado en estudio, es decir esta se ayuda de los descubrimientos que se obtuvieron por el empleo aplicativo de la teórica y los entendimientos prácticos”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017)

El enfoque es cuantitativo, a la presente investigación, debido a que fue necesario la aplicación de variables de medición y conteo en los IRD para las encuestas realizadas en el presente PI, además cuantificamos a los datos obtenidos en las preliminares visitas realizadas para la evaluación del área de la investigación actual a través de sus respectivas fichas de observación, además se cuantifico a los resultados obtenidos en los EBI.

El diseño del presente estudio, es cuasi experimental, porque tanto para el estudio aplicando la encuesta y el DMC, las muestras utilizadas de (18 y 36, respectivamente), no fueron seleccionadas aleatoriamente, sino que fueron establecidas con anterioridad por la encargada y responsable del presente PI. Las Investigaciones con Diseño Cuasi o No experimental: “Son investigaciones que se caracterizan porque no se selecciona de forma aleatoria al sujeto de estudio, sino que es establecido o encontrado sin que previamente se manipulen a las variables de investigación. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017)

El tipo de muestreo, utilizado en la investigación es la técnica por conveniencia o no probabilística. El muestreo fue realizado en base al conocimiento y el resultado aplicado en encuestas, fichas de observación y los EBI realizados en el presente estudio. Para este estudio, la población, se consideró al conglomerado de concretos diseñados de sus mezclas patrones al 0% o sin de adición de las CCA (18 probetas) y a los que se les adiciono las CCA al 5.0%, 10.0% y 15.0% (18 c/u) respecto al concreto,

todas estas se diseñaron con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia compresiva a la rotura y se constituyó a los especímenes muestrales en treinta y seis (36) en su totalidad, estos fueron núcleos o probetas de concreto diseñadas a partir de sus mezclas patrones tanto para la rasante y subrasante del pavimento con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de forma cilíndricas, nueve (09) de estas en su diseño no se les adiciono a las CCA y las 27 que restan fueron diseñadas adicionando a las CCA en porcentajes del 5.0%, 10.0% y 15.0%, nueve (09) probetas para cada porcentaje respectivamente. Posteriormente, se llevarán a cabo los ensayos de Mecánica de Suelos en el laboratorio de la Universidad San Pedro.

Las fases o etapas que se requirieron para la investigación del presente estudio, se detallaran a continuación:

Etapa 01. Visitas preliminares in situ de la investigación: Las tres (03) preliminares visitas realizadas para evaluar cuál es la situación actual del área donde se realizó el presente estudio, el cuál fue en octubre del año 2024, en los tres primeros sábados de dicho mes, debido a que según los transportistas y conductores consultados este es el día que menor tránsito presenta la carretera perteneciente a la vía la Monja.

En las mencionadas visitas preliminares a la vía la Monja observamos y constatamos que actualmente presenta grandes problemas con respecto al DMC utilizada para la pavimentación de la infraestructura vial, como agrietamientos, rajaduras, huecos, etc., lo cual genera malestar entre los usuarios o conductores que transitan diariamente por la mencionada vía.

Etapa 02. Evaluación de los datos para la guía de observaciones. En la vía de la Monja, el DMC utilizada en su pavimentación está presentando grandes problemas por progresivo deterioro, estos problemas como las rajaduras, agrietamientos, huecos, etc., se incrementan en las temporadas de lluvias lo que dificulta el tránsito vehicular y peatonal, generando malestar en los conductores que utilizan diariamente a dicha vía. La pavimentación o la existencia de pavimentos por su mal diseño de mezcla del concreto a causado que actualmente se encuentre en pésimo estado y hasta destruida en ciertos tramos, siendo esta la realidad problemática actual de la carretera que

pertenece a la infraestructura vial de la Monja, lo cual manifiesta un descuido serio por parte de sus autoridades de turno del Distrito de Suyo, así como del mal manejo Del Plan de Desarrollo Vial y Urbanístico de la Municipalidad Provincial de Ayabaca.

Etapa 03. Aplicación de la encuesta. En primera instancia para poder aplicar la encuesta, hicimos una solicitud para obtener la Carta de Autorización de la misma a la Municipalidad Provincial de Ayabaca. Una vez obtenida la mencionada Carta de Autorización, procedimos a la aplicación de la encuesta a los 18 conductores que transitan por la vía la Monja, con la finalidad de recopilar los datos necesarios para las fases subsiguientes.

Etapa 04. Compra o Alquiler y Contratos por los Materiales, Insumos, Reactivos, Softwares especializados, Estudios básicos de ingeniería, etc., para la estructuración y diseño de la mezcla del concreto para los núcleos o probetas muestreadas. Compramos las cascarillas de arroz, overoles o guardapolvos, químicos para la pirolisis termodinámica de las cascarillas de arroz, depósitos, bolsas o tubos porta probetas para las muestras, material documental para la encuesta, guías, manuales, etc. (Manual de Carreteras, Guía de ensayos de laboratorio, Manual de Geología, Geotecnia y Pavimentos, Manual de Evaluación, Rehabilitación y Mejoramiento de Carreteras y Caminos a nivel de Perfil), equipamiento de oficina (Papel Bond 80 gr. A4, Lapiceros, etc.), Demos de los softwares especializados informáticos (S10, SPSS versión 24.0, Auto CAD-2020, etc.). Alquilamos la indumentaria para el campo y gabinete (Cascos, chalecos, etc.), equipos o componentes electrónicos y mecánicos (Equipo topográfico, GPS, Cinta métrica, Nivel manual, Picos, Palanas, Buggy, etc.) y la maquinaria pesada (Volquetes, compactadora, etc.). Realizamos contratos con los laboratorios para los estudios básicos de ingeniería (EMS – Estudio de mecánica de suelos, EIA – Estudios de impactos ambientales, etc.).

Etapa 05. Análisis y evaluación de los resultados obtenidos mediante la encuesta, pruebas y ensayos de laboratorio. Evaluación de los datos recopilados mediante la encuesta, nos indicó que existía malestar en los conductores que utilizan diariamente a la vía de la Monja debido al estado actual en la que se encuentra dicha vía y al

descuido por parte de las autoridades de turno del Distrito de Suyo y la Municipalidad Provincial de Ayabaca. Además, nos dio a conocer que los conductores que utilizan diariamente a la vía de la Monja estarían a favor del DMC tanto para la rasante y subrasante del pavimento que proponemos en el presente estudio para la estructura vial de la carretera la Monja, debido a la realidad problemática actual de dicho pavimento, ya que con esta propuesta se mejoraría la resistencia compresiva a la rotura y la capacidad hidráulica de la mencionada vía. Con respecto al análisis y evaluación de los EBI (EMS – Estudio de mecánica de suelos, EIA – Estudios de impactos ambientales, etc.), estas serán realizadas, analizadas y evaluadas por los laboratorios LABORTEC-ELT, GN consorcio, LABCOERCJ, etc.

Etapa 06. DMC para pavimento rígido con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ propuesto adicionando a las CCA. Los datos recolectados para el pavimento rígido propuesto en la presente investigación fueron recolectados de la estructuración de núcleos o especímenes cilíndricos con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que fueron utilizadas en los ensayos. En total se utilizaron treinta y seis (36) especímenes muestrales, donde nueve (09) de estas en su diseño de mezclas del concreto no tienen las CCA y 27 restantes fueron diseñadas a través de mezclas de concreto adicionándoles las CCA en porcentajes del 5.0%, 10.0% y 15.0%, nueve (09) probetas para cada porcentaje respectivamente.

Para la evaluación a detalle, de todos los datos se usó la técnica estadística del procesamiento de la información, para lo cual usaremos a la encuesta, las tablas de las fichas de observación preliminares realizadas durante las visitas al área de estudio de la investigación y los resultados de las pruebas, estudios y ensayos, además del DMC propuesto, con la finalidad de contestar a los Problemas, Objetivos e Hipótesis del PI. Una vez recopilado los datos obtenidos, será compilada en tablas, gráficos y organizadores visuales estadísticos, etc., con el fin de procesarla utilizando programas informáticos como el SPSS versión 24.1, así mismo se utilizara al Microsoft Office Project en su versión 2019 para los aspectos administrativos, además utilizaremos para elaborar los planos topográficos si fueran necesarios al programa Auto CAD-2020 y al programa S10 que nos ayudara en la elaboración del presupuesto futuro del PI.

RESULTADOS

En consideración al primer objetivo específico, que es realizar un diagnóstico del estado actual del pavimento de la vía la Monja, Piura, se generaron preguntas, las cuales fueron consultadas y respondidas por un total de 18 colaboradores, los datos abstraídos en la encuesta, se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4

Que tan conforme se encuentra con el estado actual de la vía la Monja en el presente año

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Conformes	2	11%
Un Poco inconformes	2	11%
Inconformes	14	78%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°4, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta del estado actual de conformidad de la vía la Monja en el presente año, el 78% de estos respondieron estar Inconformes del estado actual de la vía, mientras los que están Conformes y Un poco Inconformes fueron del 11%, respectivamente, respecto al total de los encuestados, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°1), optamos por decidir que los transportistas o conductores encuestados respecto al estado actual de conformidad de la vía la Monja es de Inconformidad.

Tabla 5

Qué condición cree usted que se encuentra actualmente la carretera de la vía de la Monja

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
En buenas condiciones	2	11%
En regulares condiciones	1	6%
En pésimas condiciones	13	72%
No quiso opinar	2	11%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°5, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta de cómo se encuentra actualmente la carretera de la vía de la Monja, el 72% de estos respondieron que actualmente la carretera de la vía de la Monja se encuentra En pésimas condiciones, mientras los que No quisieron opinar y los que dicen que se encuentra En buenas condiciones fueron del 11% respectivamente; y tan solo el 6% del total de los encuestados creen que se encuentra En regulares condiciones, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°2), optamos por decidir que los transportistas o conductores creen que actualmente la carretera de la vía de la Monja se encuentra En pésimas condiciones.

Tabla 6

Se puede analizar y realizar el estado actual del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja en el año 2024

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Claro que Si	14	78%
Claro que No	2	11%
No dio ninguna opinión	2	11%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°6, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta si es que a través de una encuesta se podría analizar y realizar el estado actual del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja en el año 2024, el 78% de estos respondieron Claro que Si se podría analizar y realizar el estado actual del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja en el año 2024, mientras los que creen que Claro que No y los que No dieron ninguna opinión fueron del 11%, respectivamente, respecto al total de los encuestados, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°3), optamos por decidir que los transportistas o conductores encuestados creen que Claro que Si se podría analizar y realizar el estado actual del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja en el año 2024.

Tabla 7

Conoce que son, para que sirven y en que son usadas las (CCA) en las obras de construcción civil

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Si	11	61%
No	4	22%
Había escuchado algo	2	11%
No opina al respecto	1	6%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°7, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta de qué, si Conoce que son, para que sirven y en que son usadas las (CCA) en las obras de construcción civil, sus respuestas fueron del 61%, 22%, 11% y 6% para Si, No, Había escuchado algo de esto y No opina al respecto respectivamente, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°4), optamos por decidir que los transportistas o conductores Si Conocen que son, para que sirven y en que son usadas las (CCA) en las obras de construcción civil.

Tabla 8

Se podría realizar o elaborar un DMC concreto para el pavimento de la vía la Monja usando Cenizas de las cascarillas de arroz (CCA)

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Si	15	83%
No	2	11%
No sabe	1	6%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°8, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta que si creen que se podría realizar o elaborar un DMC para el pavimento de la vía la Monja usando las (CCA), el 83% de estos respondieron que Si, mientras que 11% respondieron que No y tan solo el 6% del total de los encuestados respondieron que No sabían si se podría realizar o elaborar un DMC para el pavimento de la vía la Monja usando Cenizas de las cascarillas de arroz (CCA), por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°5), optamos por decidir que los transportistas o conductores encuestados Si creen que se podría realizar o elaborar un DMC para el pavimento de la vía la Monja usando Cenizas de las cascarillas de arroz (CCA).

Tabla 9

Con qué frecuencia transita o usa la vía de la carretera la Monja

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Menos de 2 veces a la semana	3	17%
Entre 2 y 4 veces a la semana	13	72%
Muchas más veces que las mencionadas	2	11%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°9, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta de con qué frecuencia transita o usa la vía de la carretera la Monja, sus respuestas fueron del 72%, 17% y 11% para Entre 2 y 4 veces a la semana, Menos de 2 veces a la semana y Muchas más veces que las mencionadas respectivamente, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°6), optamos por decidir que la frecuencia con la que los transportistas o conductores transita o usa la vía de la carretera la Monja, es Entre 2 y 4 veces a la semana.

Tabla 10

Cuáles son las deficiencias del DMC de la misma que actualmente usted cree que está presentando

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Agrietamientos y rajaduras	2	11%
Tramos con huecos	2	11%
Acumulamiento de agua de lluvias	1	6%
Poca resistencia a cargas mayores a las 20 Ton.	2	11%
Todas las antes mencionadas	11	61%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°10, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta de cuáles son las deficiencias del DMC que estaba presentando la vía la Monja actualmente luego de la pavimentación, sus respuestas fueron del 61%, 11%, 11%, 11% y 6% para Todas las antes mencionadas, Agrietamientos y rajaduras, Tramos con huecos, Poca resistencia a cargas mayores a las 20 Ton. y Acumulamiento de agua de lluvias respectivamente, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°7), optamos por decidir que los transportistas o conductores creen que las deficiencias del DMC que estaba presentando la vía la Monja actualmente luego de la pavimentación son Todas las antes mencionadas en dicha pregunta.

Tabla 11

La adición de las (CCA), habrían influido en las propiedades mecánicas e hidráulicas del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Pienso que Si	15	83%
Pienso que No	2	11%
No dio opinión alguna	1	6%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°11, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta que, si pensaban que la incorporación de las (CCA), habrían influido en las características mecánicas e hidráulicas del DMC utilizado en el pavimento de la vía la Monja, el 83% de estos respondieron que Pienso que Si, mientras que 11% respondieron Pienso que No y tan solo el 6% del total de los encuestados No dieron opinión alguna, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°8), optamos por decidir que los transportistas o conductores encuestados pensaban que Si, acerca de que la incorporación de las (CCA), habrían influido en las características mecánicas.

Tabla 12

Conoce que las Cenizas de las cascarillas de arroz (CCA) son usadas como agregados finos en el DMC para los pavimentos de las carreteras, porque estas aumentan la resistencia compresiva a la rotura de los mismos

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
No sabia	11	61%
Si sabia	5	28%
No opina al respecto	2	11%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°12, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta de que si sabían que las CCA son usadas como agregados finos en el DMC para los pavimentos de las carreteras, porque estas aumentan la resistencia compresiva a la rotura de los mismos, sus respuestas fueron del 61%, 28% y 11% para No sabía, Si sabía y No opina al respecto respectivamente, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°9), optamos por decidir que la frecuencia con la que los transportistas o conductores que No sabían que las CCA son usadas como agregados finos en el DMC para los pavimentos de las carreteras, porque estas aumentan la resistencia compresiva a la rotura de los mismos.

Tabla 13

El DMC con un $f'c=210$ kg/cm², que se utilizaría en el pavimento de la vía la Monja estaría influenciado por las (CCA)

RESPUESTAS	FREC. (N° de Encuestados)	PORC. (%)
Si	14	78%
No	2	11%
No sabe, no opina	2	11%
TOTALES	18	100.00%

En la Tabla N°13 y Figura N°10, observamos qué de los transportistas o conductores encuestados respecto a la pregunta de que si creían que el DMC con un $f'c=210$ kg/cm², que se utilizaría en el pavimento de la vía la Monja estaría influenciado por las (CCA), el 78% de estos respondieron que Si, mientras que 11% respondieron No y No sabe, no opina, respectivamente, respecto al total de los encuestados, por ende, considerando los resultados obtenidos de la encuesta en su pregunta (N°10), optamos por decidir que los transportistas o conductores encuestados creen que Si, acerca de que el DMC con un $f'c=210$ kg/cm², que se utilizaría en el pavimento de la vía la Monja estaría influenciado por las (CCA).

En base a lo establecido en el segundo objetivo específico, que es determinar que la incorporación de las CCA, habrían influido en las características mecánicas e hidráulicas del diseño de la mezcla del concreto utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, se obtuvieron como datos relevantes para el presente estudio, los siguientes:

Acercas de la influencia en la Propiedad o Capacidad Hidráulica de las CCA por su adición en el DMC. Para poder determinar la influencia en la Propiedad o Capacidad Hidráulica de las CCA por su adición en el DMC para el pavimento de la vía la Monja, recurrimos a la Prueba, Ensayo del Pe (peso específico) y Abh (porcentaje de absorción hidráulico) para muestras del concreto fresco, los detalles de las mismas, así como sus resultados e interpretaciones son presentados a continuación:

Según la norma técnica (ASTM – C128), se deben tener los siguientes datos para el ensayo y estos se deben reemplazar en las fórmulas siguientes:

AP: Peso muestral sin H₂O en el aire.

BP: Peso muestral saturada superficialmente sin H₂O en el aire=S.

CP: Peso muestral saturada en el H₂O.

$$\text{Pe aparente (Pea)} = \frac{A_p}{(A_p - C_p)}$$

$$\text{Pe de masa (Pem)} = \frac{A_p}{(B_p - C_p)}$$

$$\text{Pe de masa saturada con superficie seca (PeSSS)} = \frac{B_p}{(B_p - C_p)}$$

$$\text{Porcentaje de absorción hidráulica (Abh)} = \frac{S - A_p}{A_p} \times 100$$

Para las muestras sin adición o 0% de adición de las CCA en el DMC:

AP: Peso muestral sin H₂O en el aire.

$$AP=608.00 \text{ g}$$

BP: Peso muestral saturada superficialmente sin H₂O en el aire=S.

$$BP=S=613.3400 \text{ g}$$

CP: Peso muestral saturada en el H₂O.

$$CP=381.93 \text{ g}$$

$$Pea = \frac{A_p}{(A_p - C_p)} = \frac{608.00 \text{ g}}{608.00 \text{ g} - 381.93 \text{ g}} = 2.689$$

$$Pem = \frac{A_p}{(B_p - C_p)} = \frac{608.00 \text{ g}}{613.34 \text{ g} - 381.93 \text{ g}} = 2.627$$

$$PeSSS = \frac{B_p}{(B_p - C_p)} = \frac{613.34 \text{ g}}{613.34 \text{ g} - 381.93 \text{ g}} = 2.650$$

$$Abh = \frac{S - A_p}{A_p} \times 100 = \frac{613.34 \text{ g} - 608.00 \text{ g}}{608.00 \text{ g}} \times 100 = 0.878\%$$

Para las muestras con 5.0% de adición de las CCA en el DMC:

AP: Peso muestral sin H₂O en el aire.

$$AP=608.00 \text{ g}$$

BP: Peso muestral saturada superficialmente sin H₂O en el aire=S.

$$BP=S= 616.4067 \text{ g}$$

CP: Peso muestral saturada en el H₂O.

$$CP=381.93 \text{ g}$$

$$Pea = \frac{A_P}{(A_P - C_P)} = \frac{608.00 \text{ g}}{608.00 \text{ g} - 381.93 \text{ g}} = 2.689$$

$$Pem = \frac{A_P}{(B_P - C_P)} = \frac{608.00 \text{ g}}{616.4067 \text{ g} - 381.93 \text{ g}} = 2.593$$

$$PeSSS = \frac{B_P}{(B_P - C_P)} = \frac{616.4067 \text{ g}}{616.4067 \text{ g} - 381.93 \text{ g}} = 2.629$$

$$Abh = \frac{S - A_P}{A_P} \times 100 = \frac{616.4067 \text{ g} - 608.00 \text{ g}}{608.00 \text{ g}} \times 100 = 1.383\%$$

Análogamente Para las muestras con 10.0% y 15.0% de adición de las CCA en el DMC, sus resultados son mostrados en la Tabla N°14:

Tabla 14

Resultado del ensayo Pe y Abh para las muestras

DESCRIPCIÓN	ID	M1(0%)	M2(5.0%)	M3(10.0%)	M4(15.0%)
Pe aparente	Pea	2.68943	2.68943	2.68943	2.68943
Pe de masa	Pem	2.62737	2.59301	2.55953	2.52691
Pe de masa saturada con superficie seca	PeSSS	2.65044	2.62886	2.60783	2.58734
Porcentaje de absorción hidráulica	Abh	0.878%	1.383%	1.887%	2.391%

Nota. Fuente. Norma técnica (ASTM – C128).

En la Tabla N°14, se observan los resultados que se obtienen del ensayo Pe (peso específico) y Abh (porcentaje de absorción hidráulico) para muestras del concreto fresco, según la norma técnica (ASTM – C128), como es de suponer respecto al Pe aparente (Pea) estos son los mismos debido a que todas las muestras han sido moldeadas inicialmente de un patrón de mezclado de concreto cuyo valor encontrado fue de 2.689, mientras que el Pe de masa (Pem) de las muestras fueron de 2.627, 2.593, 2.559 y 2.527 para las muestras con adición del 0%, 5.0%, 10.0% y 15.0%, respectivamente y el Pe de masa saturada con superficie seca (PeSSS) de las muestras fueron de 2.650, 2.629, 2.608 y 2.587 para las muestras con adición del 0%, 5.0%, 10.0% y 15.0%, respectivamente es lógico suponer que estos resultados del Pem y el PeSSS deberían presentar este decrecimiento debido a que por teoría del Pe de los materiales, se define como la relación entre el peso del material y el peso de un volumen equivalente de agua, es decir la cantidad de agua o capacidad hidráulica de absorber a esta aumenta cuando este cociente sea menor, respecto al Porcentaje de Absorción de Humedad o Capacidad Hidráulica de Absorción (Abh) de las muestras fueron de 0.878%, 1.383%, 1.887% y 2.391% para las muestras con adición del 0%,

5.0%, 10.0% y 15.0%, respectivamente, por ende, considerando los resultados obtenidos en este ensayo, optamos por decidir que la adición de las CCA si influirían en la Propiedad o Capacidad Hidráulica del DMC que se usaría en el pavimento de la vía la Monja en el año 2024.

En relación con el impacto en las características mecánicas. de las CCA por su adición en el DMC. Para poder determinar la influencia en las características Mecánicas (sobre todo a la resistencia compresiva a la rotura) de las CCA por su adición en el DMC para el pavimento de la vía la Monja, recurrimos al Ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido, según la norma técnica (NTP – 339.059) del año 2017, ya que las probetas o núcleos muestrales (36, de 15 y 30 cm de diámetro y altura respectivamente), 09 por cada adición de las CCA al DMC experimental del 0, 5.0, 10.0 y 15.0% respectivamente, así como las 09 sin adición de las mismas del presente PI fueron curados a los 07 y 14 días, los detalles de este ensayo, sus resultados y sus respectivas interpretaciones son presentados a continuación:

Tabla 15*Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 0% de adición de las CCA.*

ADICIÓN DE CCA	Probeta	Diámetro	Fuerza Máxima	f'c	f'c _D	% f'c _D
		(cm)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(%)
		[D]	[FM]	$[f'c = \frac{4FM}{\pi D^2}]$	[f'cD]	$[(f'c / f'cD)]$
0%	M0-1	15.00	27600	156.184	210	74.373%
0%	M0-2	14.80	27580	160.317	210	76.341%
0%	M0-3	15.00	27400	155.052	210	73.834%

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

En la Tabla N°15, se observan los resultados que se obtienen del ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido a los 7 días del curado con un 0% de adición de las CCA, la probeta que presento mayor f'c de las 3 ensayadas fue la M0-2 con un 160.317 Kg/cm² esto representa el 76.341% de la f'c_D con la que fue diseñada.

Tabla 16*Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 5.0% de adición de las CCA*

ADICIÓN DE CCA	Probeta	Diámetro	Fuerza Máxima	f'c	f'cD	% f'cD
		(cm)	(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(%)
		[D]	[FM]	$[f'c = \frac{4FM}{\pi D^2}]$	[f'cD]	$[(f'c / f'cD)]$
5.0%	M5-1	15.00	29540	167.162	210	79.601%
5.0%	M5-2	14.96	30170	171.641	210	81.734%
5.0%	M5-3	15.00	29870	169.029	210	80.490%

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

En la Tabla N°16, se observan los resultados que se obtienen del ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido a los 7 días del curado con un 5.0% de adición de las CCA, la probeta que presento mayor f'c de las 3 ensayadas fue la M5-2 con un 171.641 Kg/cm2 esto representa el 81.734% de la f'cD con la que fue diseñada, además se observa que en comparación con las probetas de un 0% de adición de las CCA todas estas últimas presentan una mejora para la rotura causada por la resistencia compresiva del ensayo de diamantinas a las que fueron sometidas, considerando los resultados obtenidos en este ensayo, optamos por decidir que el 5.0% de adición de las CCA si influiría en las Propiedades mecánicas del DMC.

Tabla 17

Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 10.0% de adición de las CCA.

ADICIÓN DE CCA	Probeta	Diámetro	Fuerza Máxima	f'c	f'cD	% f'cD
		(cm)	(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(%)
		[D]	[FM]	$[f'c=4FM/\Pi D^2]$	[f'cD]	$[(f'c/f'cD)]$
10.0%	M10-1	15.00	28370	160.541	210	76.448%
10.0%	M10-2	14.95	28660	163.269	210	77.747%
10.0%	M10-3	14.98	28700	162.842	210	77.544%

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

En la Tabla N°17, se observan los resultados que se obtienen del ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido a los 7 días del curado con un 10.0% de adición de las CCA, la probeta que presento mayor f'c de las 3 ensayadas fue la M10-2 con un 163.269 Kg/cm2 esto representa el 77.747% de la f'cD con la que fue diseñada, además se observa que en comparación con la probeta que mayor f'c presento de un 5.0% de adición de las CCA, este ha disminuido; pero aún todas estas últimas en comparación con las probetas de un 0% de adición de las CCA presentan una mejora para la rotura causada por la resistencia compresiva del ensayo de diamantinas a las que fueron sometidas, considerando los resultados obtenidos en este ensayo, optamos por decidir que el 10.0% de adición de las CCA si influiría en las Propiedades mecánicas del DMC.

Tabla 18

Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 15.0% de adición de las CCA.

ADICIÓN DE CCA	Probeta	Diámetro	Fuerza Máxima	f'c	f'cD	% f'cD
		(cm)	(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(%)
		[D]	[FM]	$[f'c=4FM/\Pi D^2]$	[f'cD]	$[(f'c/f'cD)]$
15.0%	M15-1	15.00	19380	109.668	210	52.223%
15.0%	M15-2	15.00	19590	110.856	210	52.789%
15.0%	M15-3	14.99	19140	108.455	210	51.645%

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

En la Tabla N°18, se observan los resultados que se obtienen del ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido a los 7 días del curado con un 15.0% de adición de las CCA, la probeta que presento mayor f'c de las 3 ensayadas fue la M15-2 con un 110.856 Kg/cm2 esto representa el 52.789% de la f'cD con la que fue diseñada, además se observa que en comparación con la probeta que mayor f'c presento de un 5.0%, 10% y 0% de adición de las CCA, este es el menor de todos, considerando los resultados obtenidos en este ensayo, optamos por decidir que el 15.0% de adición de las CCA no influiría en las Propiedades mecánicas del DMC.

Resultados de la Resistencia compresiva a la rotura de las probetas muestrales de concreto a los 14 días del curado

Tabla 19

Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 0% de adición de las CCA.

ADICIÓN DE CCA	Probeta	Diámetro	Fuerza Máxima	f'c	f'cD	% f'cD
		(cm)	(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(%)
		[D]	[FM]	$[f'c = \frac{4FM}{\pi D^2}]$	[f'cD]	$[(f'c / f'cD)]$
0%	M0-1	14.98	33990	192.858	210	91.837%
0%	M0-2	14.90	33324	191.115	210	91.007%
0%	M0-3	15.00	33452	189.299	210	90.142%

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

En la Tabla N°19, se observan los resultados que se obtienen del ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido a los 14 días del curado con un 0% de adición de las CCA, la probeta que presento mayor f'c de las 3 ensayadas fue la M0-1 con un 192.858 Kg/cm2 esto representa el 91.837% de la f'cD con la que fue diseñada.

Tabla 20

Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 5.0% de adición de las CCA.

ADICIÓN DE CCA	Probeta	Diámetro	Fuerza	f'c	f'c _D	% f'c _D
		(cm)	Máxima (Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(%)
		[D]	[FM]	[f'c=4FM/Π D ²]	[f'cD]	[(f'c/ f'cD)]
5.0%	M5-1	14.97	37294	211.887	210	100.899%
5.0%	M5-2	15	37456	211.957	210	100.932%
5.0%	M5-3	14.95	37340	212.716	210	101.294%

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

En la Tabla N°20, se observan los resultados que se obtienen del ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido a los 14 días del curado con un 5.0% de adición de las CCA, la probeta que presento mayor f'c de las 3 ensayadas fue la M5-3 con un 212.716 Kg/cm² esto representa el 101.294% de la f'cD con la que fue diseñada, además se observa que en comparación con las probetas de un 0% de adición de las CCA todas estas últimas presentan una mejora para la rotura causada por la resistencia compresiva del ensayo de diamantinas a las que fueron sometidas, considerando los resultados obtenidos en este ensayo, optamos por decidir que el 5.0% de adición de las CCA si influiría en las Propiedades mecánicas del DMC.

Tabla 21

Resistencia compresiva a la rotura para las muestras con 10.0% de adición de las CCA.

ADICIÓN DE CCA	Probeta	Diámetro	Fuerza Máxima	f'c	f'cD	% f'cD
		(cm)	(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(%)
		[D]	[FM]	$[f'c = \frac{4FM}{\pi D^2}]$	[f'cD]	$[\frac{f'c}{f'cD}]$
10.0%	M10-1	14.96	36456	207.403	210	98.763%
10.0%	M10-2	15	36740	207.905	210	99.003%
10.0%	M10-3	15	36444	206.230	210	98.205%

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

En la Tabla N°21, se observan los resultados que se obtienen del ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido a los 14 días del curado con un 10.0% de adición de las CCA, la probeta que presento mayor f'c de las 3 ensayadas fue la M10-2 con un 207.905 Kg/cm2 esto representa el 99.003% de la f'cD con la que fue diseñada, además se observa que en comparación con la probeta que mayor f'c presento de un 5.0% de adición de las CCA, este ha disminuido; pero aún todas estas últimas en comparación con las probetas de un 0% de adición de las CCA presentan una mejora para la rotura causada por la resistencia compresiva del ensayo de diamantinas a las que fueron sometidas, considerando los resultados obtenidos en este ensayo, optamos por decidir que el 10.0% de adición de las CCA si influiría en las Propiedades mecánicas del DMC.

En el marco del tercer objetivo específico, que busca evaluar el efecto de las CCA en el diseño de mezcla de concreto con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm², utilizado en el pavimento de la vía La Monja en Piura, se alcanzaron los siguientes resultados:

Para analizar cómo las CCA influyen en el DMC con un $f'c=210$ kg/cm², se detallarán los procedimientos necesarios para obtener este diseño, que incluyen: análisis granulométrico de los agregados finos (AF) y gruesos (AG), determinación de la humedad de los agregados, medición del peso específico y la absorción de los agregados, así como los pesos unitarios de los mismos, además del diseño de mezcla con $f'c=210$ kg/cm². A continuación, se presentan los cálculos realizados y los resultados obtenidos, acompañados de su interpretación correspondiente.

Tabla 22*Análisis granulométrico del agregado fino*

AGREGADO FINO						
TAMIZ		% RET.	% ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C-33	
(N°)	(mm)				MÍN.	MÁX.
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00	100	100
# 4	4.75	1.96	1.96	98.04	95	100
# 8	2.36	13.69	15.65	84.35	80	100
# 16	1.18	22.40	38.05	61.95	50	85
# 30	0.60	19.00	57.05	42.95	25	60
# 50	0.30	20.15	77.20	22.80	5	30
# 100	0.15	21.04	98.24	1.76	0	10
FONDO	-	1.76	100.00	0.00	0	0

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$\text{Módulo de Fineza} = \text{MF} = \frac{\sum \% \text{ ACUM.}}{100} = \frac{0.00 + 1.96 + \dots + 98.24}{100} = \mathbf{2.882}$$

En la Tabla N°22, se observan los resultados que se obtienen del análisis granulométrico para el agregado fino a utilizar en el PĪ, el cual serían las CCA adicionadas en un 0, 5.0, 10.0 y 15.0% respectivamente, para esto se procedió a tamizarlo a dichos agregados por las mallas estandarizadas como se muestra en la mencionada tabla según norma técnica ASTM C-33 y la NTP 400.012, de esta obtuvimos la gráfica para la curva granulométrica del AF, se cumplió con mínimos requerimientos granulométricos requeridos para el AF que será utilizado, tanto para las normas técnicas antes mencionadas, con un 2.882 de Módulo de Fineza – MF, por ende, considerando los resultados obtenidos en el análisis granulométrico, optamos por decidir que las CCA si influiría en el DMC con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 23

Análisis granulométrico del agregado grueso

AGREGADO GRUESO						
TAMIZ		% RET.	% ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C-33, HUSO 56	
(N°)	(mm)				MÍN.	MÁX.
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	100.00	90	100
3/4"	19.00	33.04	33.04	66.96	40	85
1/2"	12.50	50.55	83.59	16.41	10	40
3/8"	9.50	8.79	92.38	7.62	0	15
# 4	4.75	7.08	99.46	0.54	0	5
FONDO	-	0.54	100.00	0.00	0	0

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$MF = \frac{\sum \% ACUM. (1\ 1/2" - \#4) + \sum \% ACUM. (\#8 - \#100)}{100}$$

$$MF = \frac{(0.00 + 0.00 + \dots + 99.46) + (15.65 + 38.05 + \dots + 98.24)}{100} = 5.947$$

En la Tabla N°23, se observan los resultados que se obtienen del análisis granulométrico para el agregado grueso a utilizar en el PĪ, para esto se procedió a tamizarlo a dichos agregados por las mallas estandarizadas como se muestra en la mencionada tabla según norma técnica ASTM C-33, HUSO 56 y la NTP 400.012, de esta obtuvimos la gráfica de la curva granulométrica del AG la cual fue ajustada al Huso 57 por los requerimientos del estado peruano para este tipo de agregado, se cumplió con los requerimientos granulométricos máximos requeridos para el AG que será utilizado, tanto para las normas técnicas antes mencionadas, con un 5.947 de Módulo de Fineza – MF.

Contenidos de humedad de los agregados.

Para poder hallar el CH de los agregados a utilizar en el DMC con un $f'c=210$ kg/cm², lo tendremos que hacer tanto para el AF como para AG, teniendo en cuenta la Norma técnica ASTM C566-19, los valores resultantes y su respectiva interpretación son mostrados a continuación:

Tabla 24

Contenido de humedad del agregado fino

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.
W. del contenedor	130	g
W. del contenedor + muestra húmeda	742.5	g
W. del contenedor + muestra seca	738	g
W. de la muestra húmeda	612.5	g
W. de la muestra seca	608	g

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$\text{Contenido de Humedad} = \text{CH} = \%H = \frac{P_{mH} - P_{mS}}{P_{mS}} \times 100$$

$$\text{CH} = \%H = \frac{612.5 - 608}{608} \times 100 = \mathbf{0.740132\%}$$

Tabla 25*Contenido de humedad del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.
W. del contenedor	150	g
W. del contenedor + muestra húmeda	1160	g
W. del contenedor + muestra seca	1144.5	g
W. de muestra húmeda	1010	g
W. de muestra seca	994.5	g

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$\text{Contenido de Humedad} = \text{CH} = \%H = \frac{P_{mH} - P_{mS}}{P_{mS}} \times 100$$

$$\text{CH} = \%H = \frac{1010 - 994.5}{994.5} \times 100 = \mathbf{1.558572\%}$$

En la Tabla N°24 y N°25, se observan los resultados que se obtienen del CH de los agregados a utilizar en el DMC con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ del PĪ, para esto recurrimos a la Norma técnica ASTM C566-19, los resultados fueron un contenido de humedad del 0.740132% y 1.558572% para el agregado fino y grueso respectivamente, estos valores nos indican que el agregado fino que serían las CCA adicionadas en un 0, 5.0, 10.0 y 15.0% respectivamente contienen menos del doble de humedad que el agregado grueso esto se debe a que las CCA como lo demostramos en el Ensayo del Abh (porcentaje de absorción hidráulico) estas aumentan la capacidad hidráulica de la mezcla del concreto, por ende estas inicialmente deberían presentar menos %H por ser el AF y el AG como se demuestra en los resultados hallados, por ende, considerando los resultados obtenidos en esta Prueba, optamos por decidir que las CCA si influiría en el DMC con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Pesos unitarios de los agregados

Para poder hallar los Pesos unitarios de los agregados que utilizamos en el DMC con un $f'c=210$ kg/cm², utilizaremos la Prueba de Pesos Unitarios de los Agregados, esto lo tendremos que hacer tanto para el AF como para el AG, ambos en estado suelto y compactado respectivamente, teniendo en cuenta la Norma técnica NTP 400.017.2011 (ASTM C29-97), estos valores resultantes y sus respectivas interpretaciones son mostradas a continuación:

Tabla 26

Peso unitario del agregado fino

DESCRIPCIÓN	UND.	M-01	M-02	M-03
W. del material + horma	g	7102	7158	7163
W. de la horma	g	2334	2334	2334
W. del material suelto	g	4768	4824	4829
Vol. de la horma	cm ³	2697	2697	2697
W. unit. suelto	Kg/m ³	1767.89025	1788.65406	1790.50797
Peso unitario suelto promedio	Kg/m ³		1782.35076	

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$\text{Peso unitario suelto} = \text{PU}_{fs} = \frac{\text{Peso del material suelto}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\text{PU}_{fs} = \frac{4768 \text{ g}}{2697 \text{ cm}^3} = 1.76789025 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1767.89025 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Tabla 27*Peso unitario compactado del agregado fino*

DESCRIPCIÓN	UND.	M-01	M-02	M-03
W. del material + horma	g	7493	7441	7454
W. de la horma	g	2334	2334	2334
W. del material compactado	g	5159	5107	5120
Vol. de la horma	cm ³	2697	2697	2697
W. unit. compactado	Kg/m ³	1912.86615	1893.58547	1898.40564
Peso unitario compactado promedio	Kg/m ³	1901.619083		

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$\text{Peso unitario compactado} = \text{PU}_{\text{fc}} = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\text{PU}_{\text{fc}} = \frac{5159 \text{ g}}{2697 \text{ cm}^3} = 1.91286615 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1912.86615 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

En la Tabla N°26 y N°27, se observan los resultados que se obtienen de la Prueba de Pesos Unitarios de los Agregados para el AF suelto como el compactado de las tres muestras M-01, M-02 y M-03, para esto recurrimos a la Norma técnica NTP 400.017.2011 (ASTM C29-97), sus resultados fueron: 1782.351 Kg/m³ y 1901.619 Kg/m³ en promedio para el AF suelto y el AF compactado respectivamente, estos resultados nos servirán para el DMC con un f'c=210 kg/cm², es importante señalar que el AF serían las CCA adicionadas en un 0, 5.0, 10.0 y 15.0% respectivamente.

Tabla 28*Peso unitario suelto del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	UND.	M-01	M-02	M-03
W. del material + horma	g	18952	18942	19006
W. de la horma	g	5334	5334	5334
W. del material suelto	g	13618	13608	13672
Vol. de la horma	cm ³	9268	9268	9268
W. unit. suelto	Kg/m ³	1469.35693	1468.27795	1475.18343
Peso unitario suelto promedio	Kg/m ³	1470.939433		

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$\text{Peso unitario suelto} = \text{PU}_{\text{gs}} = \frac{\text{Peso del material suelto}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\text{PU}_{\text{gs}} = \frac{13618 \text{ g}}{9268 \text{ cm}^3} = 1.46935693 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1469.35693 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Tabla 29*Peso unitario compactado del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	UND.	M-01	M-02	M-03
W. del material + horma	g	19781	19796	19763
W. de la horma	g	5334	5334	5334
W. del material compactado	g	14447	14462	14429
Vol. de la horma	cm ³	9268	9268	9268
W. unit. compactado	Kg/m ³	1558.80449	1560.42296	1556.86232
Peso unitario compactado promedio	Kg/m ³		1558.69659	

Nota. Fuente: Norma técnica (NTP – 339.059) - LABCOERCJ.

$$\text{Peso unitario compactado} = \text{PU}_{\text{gc}} = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\text{PU}_{\text{gc}} = \frac{14447 \text{ g}}{9268 \text{ cm}^3} = 1.55880449 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1558.80449 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

En la Tabla N°29 y N°30, se observan los resultados que se obtienen de la Prueba de Pesos Unitarios de los Agregados para el AG suelto como el compactado de las tres muestras M-01, M-02 y M-03, para esto recurrimos a la Norma técnica NTP 400.017.2011 (ASTM C29-97), sus resultados fueron: 1470.939 Kg/m³ y 1558.697 Kg/m³ en promedio para el AG suelto y el AF compactado respectivamente, estos resultados nos servirán para el DMC con un f'c=210 kg/cm², es importante señalar que el AG según la Prueba de Pesos Unitarios de los Agregados deberían ser menores que las del AF, como se demuestra en los resultados hallados, además esto también se debe porque el AF es adicionado por las CCA en un 0, 5.0, 10.0 y 15.0% en las muestras de laboratorio M-01, M-02 y M-03, respectivamente, por ende, considerando los resultados obtenidos en la Prueba de Pesos Unitarios de los Agregados, optamos por decidir que las CCA si influiría en el DMC con un f'c=210 kg/cm².

Diseño de la mezcla del concreto con $f'c=210$ kg/cm².

Para poder hacer el DMC con un $f'c=210$ kg/cm² que propusimos en el presente PI, recurrieron a todos los datos hallados en los resultados de los ensayos, pruebas, normas técnicas, etc., realizados tanto en el objetivo específico 02 como en el presente, estos datos son mostrados e interpretados con las Figuras y Tablas que a continuación se muestran:

Tabla 30

Resistencias, Slump, TMN, Densidad, etc. del DMC.

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS, NORMAS TÉCNICAS, ETC.
f'_{cr}	295	Kg/cm ²	Según la Figura 30
f'_{cd}	210	Kg/cm ²	Según DMC propuesto en el PI
Slump	4	"	Según prueba de asentamientos
TMN	3/4	"	Según ASTM C-33 y la NTP 400.012
γ (cem.)	3048	Kg/m ³	Según datos de fabricación de la empresa

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.

La siguiente figura, muestra el promedio que tiene que registrar nuestro estudio, conforme a ello, se presenta una conformidad o disconformidad.

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'_{cr} = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'_{cr} = f'c + 7.0$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'_{cr} = f'c + 84$	$21 \leq f'c \leq 35$	$f'_{cr} = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'_{cr} = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'_{cr} = 1.1 f'c + 5$

Fig. 2. Resistencia requerida especificada y promedio a la compresión

Tabla 31*Determinación del agua y aire para el DMC*

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS, NORMAS TÉCNICAS, ETC.
Agua (H ₂ O)	205	Lt	Según la Figura 31
Aire	2.00	%	Según Norma técnica ASI-211, Figura 32

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.

La siguiente figura, muestra el volumen unitario que tiene que registrar nuestro estudio, conforme a ello, se presenta una conformidad o disconformidad.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en l/m ³ para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
1"=25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concreto con aire incorporado								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fig. 3. H₂O en (L/m³), para cada tamaño máximo nominal (TMN) de agregados y consistencias indicadas.

Tabla 32

Determinación de la cantidad de cemento para el DMC.

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS, NORMAS TÉCNICAS, ETC.
a/c	0.59	-	Según la Figura 33
Cemento (c)	347.458	Kg	Según relación $c = a/0.59$

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.

Asimismo, se tiene como margen establecido el control que tiene que existir entre cemento y agua, para la generación de resistencia, conforme a los datos obtenidos, se valida y contrasta el beneficio.

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días) kg/cm²	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

Fig. 4. Porcentajes de aire atrapado del concreto según TMN

Tabla 33*Peso del agregado grueso por m³ del DMC*

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS, NORMAS TÉCNICAS, ETC.
b/b₀	0.612	-	Según Interpolación de la Figura 34
W. del AG	953.923	Kg	Segun $W_{AG} = (b/b_0) \times PU_{gC}$

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.**Tabla 34***Peso del agregado fino por m³ del DMC.*

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS, NORMAS TÉCNICAS, ETC.
Vol. (Cem.)	0.114	m ³	Según los Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc
Vol. (H₂O)	0.205	m ³	Según Tabla 32
Vol. (AF)	0.309	m ³	Según Vol. (AF)=1- (0.114+0.205+0.352+0.020)
Vol. (AG)	0.352	m ³	Según los Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc
Vol. (Aire)	0.020	m ³	Según Tabla 32
Peso del AF	791.658	Kg	Según $W_{AF} = Vol. (AF) \times Pe (AF)$

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.

Tabla 35

Pesos para los materiales del DMC en estado seco

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS, NORMAS
			TÉCNICAS, ETC.
Peso del AF	791.658	Kg	Según la Tabla 36
Peso del AG	953.923	Kg	Según la Tabla 35
Peso del Cem.	347.458	Kg	Según la Tabla 33
Peso del H₂O	205	Lt	Según la Tabla 32
Aire	2.00	%	Según la Tabla 32

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.

Tabla 36

Pesos corregidos por humedad y absorción del DMC

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS,
			NORMAS TÉCNICAS, ETC.
Humedad y absorción de los agregados			
% H_{AF}	0.740	%	Según la Tabla 34
% H_{AG}	1.559	%	Según la Tabla 34
% A_{AF}	1.88	%	Según la Tabla 34
% A_{AG}	0.87	%	Según la Tabla 34
Agua aportada por los agregados y el agua efectiva a utilizar			
H₂O_{aAG}	6.573	Lt	Según W _{AG} (% H _{AG} -% A _{AG})
H₂O_{aAF}	-9.025	Lt	Según W _{AF} (% H _{AF} -% A _{AF})
H₂O_{aT}	2.452	Lt	Según H ₂ O _{aAG} + H ₂ O _{aAF}
H₂O_E	202.548	Lt	Según H ₂ O _D - H ₂ O _{aT}
Pesos corregidos por humedad de los agregados			
Peso del AF_C	797.516	Kg	Según W _{AF} (1+% H _{AF})
Peso del AG_C	968.795	Kg	Según W _{AG} (1+% H _{AG})

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.

Tabla 37

Pesos corregidos del DMC del PI

DESCRIPCIÓN	DATOS	UND.	ENSAYOS, PRUEBAS, NORMAS TÉCNICAS, ETC.
Materiales de Diseño Corregidos en Peso			
Peso del AF_C	797.516	Kg	Según la Tabla 38
Peso del AG_C	968.795	Kg	Según la Tabla 38
Peso del Cem.	347.458	Kg	Según la Tabla 37
Peso del H₂O_C	202.548	Lt	Según la Tabla 38
Aire	2.00	%	Según la Tabla 37
f'cd	210	Kg/cm ²	Según la Tabla 31
Materiales de Diseño Corregidos en Volumen			
Volumen del AF_C	0.30	m ³	Según Vol. (AF _C)=1- (0.114+0.2025+0.36+0.020)
Volumen del AG_C	0.36	m ³	Según los Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc
Volumen del Cem.	0.114	m ³	Según la Tabla 36
Volumen del H₂O_C	0.202548	m ³	Según la Tabla 38
Aire	2.00	%	Según la Tabla 37
f'cd	210	Kg/cm ²	Según la Tabla 31

Nota. Fuente: Datos de Ensayos, Pruebas, Normas Técnicas, etc. - LABCOERCJ.

Interpretación para el DMC con $f'c=210$ kg/cm²:

En las tablas N°31 a la N°37 y las Figuras N°02 a la N°05, observamos los resultados obtenidos para el DMC con un $f'c=210$ kg/cm² que propusimos en el presente PI, cuyos resultados iniciales y corregidos en Peso y Volumen fueron: Peso del AF=791.658 Kg, Peso del AFC=797.516 Kg, Vol. (AF)=0.309 m³, Volumen del AFC=0.30 m³, Peso del AG=953.923 Kg, Peso del AGC=968.795 Kg, Vol. (AG)=0.352 m³, Volumen del AGC=0.36 m³, Peso del H₂O=205 Lt=0.205 m³, Peso del H₂O_C=202.548 Lt=0.202548m³, Cemento(c)=Peso del Cem.=347.458 Kg, Volumen del Cem.=0.114 m³, Aire =2.00%, $f'cr=295$ y $f'cD=210$ Kg/cm² respectivamente, por ende, como el agregado fino serían las CCA adicionadas en un 0, 5.0, 10.0 y 15.0% respectivamente en el DMC y tanto el Análisis granulométrico del AF, Contenido de humedad del AF y la Prueba del Peso Unitario para el AF demostraron estar influenciadas por las CCA, optamos por decidir que las CCA si influiría en el DMC con un $f'c=210$ kg/cm² que se propuso en el presente PI.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Conforme a los resultados obtenidos aplicando la metodología en cuestión, se pudo comprobar que el uso de CCA en el concreto es de bastante utilidad y beneficio para las calles o vías.

En relación al estudio aplicado por Bucaran (2018), tiene similitud con la segunda variable de estudio, ya que busca realizar aplicaciones diferentes en el uso del concreto, aplicando CCA. Además, se asemeja en las fases de la metodología, la cual me permitió tener un enfoque más lineal, conforme a resultados. El estudio, me sirvió para tener un enfoque más sólido en cuanto a pruebas, preguntas aplicadas en el cuestionario, la aplicación que debía seguir para la toma de información y el aporte que traería el uso de CCA en la aplicación del concreto.

Por otro lado, la investigación de Córdova (2018), buscó demostrar la influencia que tienen las CCA, en cuanto a resistencia, rotura y su capacidad de absorción. El estudio en cuestión, guarda similitud con el nuestro, porque busca utilizar normas específicas para mayores beneficios. Además, de una base, para la gestión de pruebas en laboratorio y la cantidad de días que deben evaluarse para tener un resultado. Asimismo, comparte ciertas fases de la metodología, lo que me permitió abarcar mayor contenido valioso y brindar un mayor aporte en el estudio.

Del mismo modo, el estudio de Muñoz (2019), tiene como propósito fundamental, demostrar los diferentes aditivos en el concreto y cuáles son los que otorgan mayor beneficio al mismo. El estudio es similar en cuanto a la recolección de datos para obtener los resultados. Además, difiere en los aditivos que se buscan añadir en el concreto para obtener resultados más duraderos y benéficos para el concreto. Asimismo, guarda relación, en la sección de pruebas, que aporten mayor valor al resultado final del estudio.

Además, la tesis que estuvo conformada por Rodríguez (2019), se asemeja con nuestro estudio de investigación, en las dos variables de estudio, ya que ambas buscan determinar un factor común, que sea de mayor aporte para la mezcla de concreto usando CCA como aditivo. Asimismo, se contempla la fase de pruebas como apoyo en el presente estudio, ya que nos orientó a tomar datos correctos y específicos en la evaluación del aditivo en cuestión.

Otra coincidencia relevante, que estuvo presente en nuestro estudio fue la conformada por Salas, Delvasto & Mejía (2019), que tiene como objetivo, la fabricación de concretos de alta resistencia mediante la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz con elevada reactividad, guardando semejanza con la segunda variable de estudio y el instrumento de recolección de datos. Este estudio, me permitió ahondar más a fondo, en temas específicos del CCA, así como en las propiedades que tiene el concreto conforme a su duración, y me ayudó a tener una orientación bastante ordenada conforme a la fase metodológica.

De acuerdo al estudio efectuado por Rojas (2020), difiere con el nuestro en la técnica e instrumento de recolección de datos, además, de utilizar otra norma aplicada al concreto y tener variables de estudio más específicas para el concreto artesanal. Lo que si me ayudó del estudio de investigación es la sección metodológica y la parte de pruebas en laboratorio, que me permitió tener resultados más correctos.

Asimismo, en la tesis realizada por Arévalo & López (2020), quienes tienen como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de CCA para optimizar la resistencia del concreto, con el objetivo de mejorar sus características mecánicas en la región San Martí; guarda similitud con la metodología aplicada y segmentada por fases respectivas y en la sección de pruebas en laboratorio. Además, me ayudó a determinar los porcentajes de adición que se deben considerar en los ensayos, el obtener el porcentaje óptimo y la comprobación de la resistencia a flexión, incluyendo la cantidad de días que se deben tener en consideración en cada prueba.

Por otra parte, Zambrano (2021), difiere en cuanto a objetivos y la parte metodológica de mi estudio. Pero, guarda relación en la segunda variable de estudio, la cual me ayudó a tener más información de cómo funciona las CCA como aditivo para el concreto.

Otra semejanza encontrada fue con la de Rimarachín (2023), tanto en la parte de metodología, y la sección de pruebas. El estudio difiere en la segunda variable de estudio, ya que tiene otro aditivo que también aporta beneficios al concreto. El estudio, me permitió ordenar algunas ideas que tuve, y guiarme por cada fase de la sección metodológica y las pruebas aplicadas en laboratorio.

CONCLUSIONES

Se determinó que el 78% de los encuestados considera viable analizar y evaluar el estado actual del DMC utilizado en el pavimento de la zona en el año 2024. Solo un 11% expresó una postura contraria o no emitió opinión.

En cuanto al impacto que tiene la incorporación de CCA en las características mecánicas e hidráulicas del DMC, se llevaron a cabo distintos ensayos. Entre ellos, se aplicó el método de diamantina en muestras de concreto endurecido y se realizaron pruebas de peso específico y absorción de agua en estado fresco. Los hallazgos revelaron que la inclusión de CCA en proporciones del 5%, 10% y 15% influyó notablemente en la resistencia a la compresión tras 7 y 14 días de curado, así como en las características de peso específico y absorción de humedad. Asimismo, se observó una tendencia a la reducción del peso específico conforme aumentaba la cantidad de CCA, lo que sugiere un incremento en la capacidad de retención de agua.

Finalmente, se confirmó que la incorporación de CCA influye en las características del DMC con una resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizado en el pavimento de la vía La Monja. Este estudio permitió evaluar distintos aspectos del DMC, incluyendo el estudio de la distribución de tamaños de los agregados, el contenido de humedad, el peso por unidad de volumen y la resistencia a la compresión de las probetas., demostrando que la presencia de CCA genera variaciones en las características del concreto, lo que valida su potencial uso en futuras aplicaciones de pavimentos rígidos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda como punto de partida hacer para este tipo de PI donde se utilizaron a las CCA un EIA – Estudio de impacto ambiental, debido que para obtener a las CCA se necesita que las cascarillas de arroz pasen inicialmente por un tipo de pirolisis (producción de $\text{CO}_{(s)}$ y $\text{CO}_{2(s)}$), adhesión (uso de químicos) o combinación con los materiales y desagregación o volatilización (como $\text{CO}_{2(g)}$), estos reactivos y compuestos químicos no causen algún tipo de impacto o incidencia negativa en el ambiente donde se desarrollara la investigación.

Es recomendable usar a la encuesta como IRD con preguntas evocadas al tema que se está investigando para este tipo de PI, con el fin de conocer el sentir o aprobación actual de la población y muestra del mismo PI.

Recomendamos para PI de este tipo, hacer el uso de los estudios básicos de ingeniería como el EMS, además de los ensayos, pruebas de laboratorio como (Ensayo de diamantina para muestras del concreto endurecido, Ensayo del Pe y Abh para muestras del concreto fresco, etc.), ya que los resultados de los mismos son los únicos que nos determinaran si es que existe algún tipo de influencia en las propiedades mecánicas e hidráulicas del DMC utilizado en el pavimento, para nuestro caso para la vía de la Monja.

Por último, recomendaremos, que para demostrar la influencia de las CCA – cenizas de cascarillas de arroz en el DMC para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024, se deberían evaluar a cada una de las etapas del DMC como: Análisis Granulométrico de los agregados, CH de los agregados, Pesos unitario de los agregados, Resistencias compresivas a la ruptura soportadas por las probetas muestrales y los valores corregidos del DMC con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcus Global. (20 de Abril de 2018). *Mecánica de Suelos: Que es y cómo funciona*.
Obtenido de www.arcus-global.com: <https://www.arcus-global.com/wp/mecanica-de-suelos-que-es-y-como-funciona/>
- Arévalo Torres, A. F., & López Del Aguila, L. (2020). *Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín*. Tesis (Titulación de Ingeniería Civil), Universidad Nacional de San Martín, UNSM, Facultad de Ingeniería, Tarapoto. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3740>
- ASOCEM. (05 de Enero de 2024). *Asociación de productores de cemento, 2024*.
Disponible en:. Obtenido de <http://www.asocem.org.pe/>
- Bernal, A. (2018). *Las Metodologías para la Investigación y las Técnicas de Recolección de Datos* (Primera ed.). Distrito Federal, México: Mc Graw-Hill.
- Bucaran Mina, T. (2018). *Uso de (CCA – cenizas de cascarillas de arroz), como agregado para reemplazar parcialmente al cemento en la fabricación de hormigones tradicionales*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, PUCE, Facultad de Ingeniería, Ecuador, Quito.
- Cabrera García, R. (2019). *Fundamentos Teóricos de las Puzolánicas Naturales en la Ingeniería Civil* (Primera ed.). Perú: Norma.
- Córdova Valverde, K. (2018). *El uso de las cenizas de cascarilla de arroz (CCA) para diseñar las losas del pavimento rígido de la Avenida Chulucanas en los Kilómetros (1+750 a 2+750), Piura – 2018*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Universidad César Vallejo, Trujillo.
- EIGO Construcciones. (2024). *¿PARA QUÉ SIRVE UN ESTUDIO TOPOGRÁFICO?*
Obtenido de eigoconstrucciones.com:
<https://eigoconstrucciones.com/noticia/para-que-sirve-estudio-topografico/>

- González, F., Cano, J., & Rocha, L. (2018). *Diseño de mezclas para concretos especiales* (Primera ed.). Cali, México: Graw-Hill.
- Harmsen Lewis, B. (2018). Componentes para el diseño del concreto para pavimentos. EEUU: Prean.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Santos Laguna, México: Mc Graw-Hill.
- Krishnarao Márquez, P. (2017). Obtención de materiales con subproductos agrícolas. En M. Graw-Hill (Ed.). San Luis, México.
- Larrea Saldaña, M. L. (2023). *Diseño de mezcla asfáltica adicionando cenizas de cascarilla de oryza sativa, Chiclayo – Lambayeque*. Tesis (Titulación de tesis), Universidad Señor de Sipán - USS, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Pimentel.
- Mafla, A. (2019). Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. 2.a ed. Colombia: Editorial Inventum.
- Mohd, J., Malik, I., & Tangri, A. (2020). Influencia de la fibra de la lima, coco y de las cenizas de las cáscaras de arroz (CCA) sobre las propiedades de resistencia de la subrasante del pavimento para carreteras. *Revista de tecnología innovadora y exploración de ingeniería internacional*, 11-16.
- Morant Guillen, R. (2003). *La Empresa Web Empresarial - El interface del usuario a los servicios de la empresa*. Obtenido de http://www.gestorweb.com/docu/webapps_arti.pdf
- Mueller, D. (2021). *Proceso de Control de Almacén*. Obtenido de https://www.ehowenespanol.com/control-almacen-info_257226/
- Muñoz Solano, C. (2019). *Estudio comparativo de concreto elaborado con puzolana natural y concreto con cementos puzolánicos Atlas en la provincia de Tarma, Huancayo – 2019*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Universidad Nacional del Centro del Perú, UNCP, Facultad de Ingeniería, Huancayo.

- Plataforma del Estado Peruano. (31 de Enero de 2024). *Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA-d)*. Obtenido de www.gob.pe: <https://www.gob.pe/11395-estudio-de-impacto-ambiental-detallado-eia-d>
- Quiroz, V., & Urbina, F. (2021). *La puzolánica artificial en la fabricación del concreto hidráulico para los pavimentos rígidos de Trujillo*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Universidad Antenor Orrego, UAO, Trujillo.
- Rimarachin Sanchez, J. (2023). *Propiedades en muros de ladrillo de concreto con adición de hoja de pino radiata y fibra de capulí, Cajamarca - 2022*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima.
- Rodriguez Periche, A. (2019). *El uso de las CCA como agregados finos dosificados para tramos de la carretera de Suyo, 2019*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Universidad Nacional de Piura, UNP, Piura.
- Rojas Gonzáles, A. (2020). *Propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto artesanal elaborado en el distrito de Cutervo, provincia Cutervo, Cajamarca – 2018*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41141>
- Salas, A., Delvasto, S., & Mejía de Gutiérrez, R. (2 de Agosto de 2019). Producción de concretos de alto desempeño mediante la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz de alta reactividad. *Ingeniería e Investigación*, 33, 8-49.
- Sánchez Vivas, A. (2017). *Los Pesos específicos y el Porcentaje de absorción hidráulico de los hormigones para los pavimentos rígidos* (Primera ed.). Lima, Perú: Editorial UNI.
- Zambrano Alemán, H. (2021). *El uso de las CCA como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de concreto convencional en Pacasmayo, Perú – 2021*. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil), Universidad Nacional de Trujillo, UNT, Pacasmayo.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Las cenizas de cascarillas de arroz.	Las cenizas de cascarillas de arroz – CCA resultan al descomponer termoquímicamente (por pirolisis, combustión o gasificación) a los restos sólidos de las cascarillas del arroz, estas presentan una firmeza delicada o abrasiva, su tonalidad está entre el plomo parduzco y granate sombrío, además presentan una concentración relativamente baja, ocupan un espacio muy dilatado al ser juntas, su Pe – (Peso Específico) está entre 120 y 130 kg/m ³ , (Cabrera, 2019).	Las CCA por presentar un porcentaje (%) de sílice de más del 93%, por ende, puede mezclarse o usarse con el cemento como agregado de forma parcial del mismo, con el fin de obtener un buen diseño de las mezclas para la resistencia en hormigones y morteros, llevando a reducir de forma considerable al cemento, por lo tanto, es considerado como un material cementante ideal, (Saldaña, 2018).	<ul style="list-style-type: none"> ● Dosificación porcentual de las CCA. ● Parámetros para el diseño de Mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dosificación de 5.0, 10.0, 15.0% de las cenizas de cascarillas de arroz. 	P1	Intervalo
				<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis granulométrico. 	P2	Intervalo
				<ul style="list-style-type: none"> ● Contenido de humedad. 	P3	Razón
				<ul style="list-style-type: none"> ● Módulo de finura. 	P4	Intervalo
				<ul style="list-style-type: none"> ● Relación de A/C. 	P5	Intervalo
Influencia en el diseño de la mezcla para la vía la Monja.	Es el proceso en el que se eligen a los componentes o compuestos del concreto con sus relativas proporciones para su respectivo diseño, con la finalidad de buscar algún tipo de influencia con ciertas propiedades mínimas, como: La resistencia, capacidad hidráulica, durabilidad y trabajabilidad, para rasante y subrasante del pavimento donde será utilizado, (González, 2018).	Se trata del nivel o proceso de determinación para las proporciones que ocuparán los elementos y aditivos que componen a la mezcla de concreto en su etapa de diseño, para obtener dicha influencia como a la resistencia para la compresión, capacidad hidráulica, etc., en pavimentos u otros materiales de la construcción civil, se necesitan de ensayos de laboratorios para comprobar la factibilidad y viabilidad de los hormigones o concretos, (Sánchez, 2017).	<ul style="list-style-type: none"> ● Concreto en estado fresco. ● Concreto en estado endurecido. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad hidráulica. 	P6	Intervalo
				<ul style="list-style-type: none"> ● Resistencia a la compresión. 	P7	Intervalo

Anexo 02: Matriz de consistencia

Problema	Variables	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>¿Cómo determinar la influencia de las CCA – cenizas de cascarillas de arroz, en el diseño de la mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2024?</p> <p>Problema Específico 1 ¿De qué forma se debería realizar y analizar el estado actual del pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024?</p> <p>Problema Específico 2 ¿De qué manera se puede determinar que la adición de las CCA, habrían influido en las propiedades mecánicas e hidráulicas del diseño de la mezcla del concreto utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024?</p>	<p>Variables Independientes Las cenizas de cascarillas de arroz.</p> <p>Variables Dependientes Influencia en el diseño de mezcla para la vía la Monja.</p>	<p>Objetivo general Determinar la influencia de las CCA – cenizas de cascarillas de arroz, en el diseño de la mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2024.</p> <p>Objetivos específicos Realizar un diagnóstico del estado actual del pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024.</p> <p>Determinar que la adición de las CCA, habrían influido en las propiedades mecánicas e hidráulicas del diseño de la mezcla del concreto utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024.</p>	<p>Sí Existe una influencia significativa de las CCA – cenizas de cascarillas de arroz en el diseño de la mezcla del concreto con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizado en el pavimento de la vía la Monja, Piura, 2024.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque: Cuantitativo • Tipo: Investigación Aplicada • Alcance. Descriptivo • Diseño: Cuasi experimental • Técnicas e instrumentos para la recolección de datos: Cuestionario

Anexo 03: Instrumento de recolección de datos - Cuestionario

Estimado conductor:

El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar información sobre el estado actual del pavimento en la vía La Monja y evaluar la viabilidad del uso de Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA) en la mejora del concreto para pavimentos. Su participación es valiosa y agradecemos sus respuestas.

1. Estado actual de la vía

1.1 ¿Indique qué tan conforme se encuentra con el estado actual de la vía La Monja en el presente año?

- Conformes
- Un poco inconformes
- Inconformes

1.2 ¿En qué condición cree usted que se encuentra actualmente la carretera de la vía La Monja?

- En buenas condiciones
- En regulares condiciones
- En pésimas condiciones
- No quiso opinar

2. Evaluación del DMC en el pavimento

2.1 ¿Cree usted que a través de una encuesta se podría analizar y evaluar el estado actual del DMC utilizado en el pavimento de la vía La Monja en el año 2024?

- Claro que sí
- Claro que no

No dio ninguna opinión

2.2 Luego de la pavimentación de la vía La Monja, ¿cuáles son las deficiencias que actualmente presenta el DMC? (Puede marcar más de una opción)

Agrietamientos y rajaduras

Tramos con huecos

Acumulación de agua de lluvias

Poca resistencia a cargas mayores a 20 toneladas

Todas las anteriores

3. Conocimiento sobre la CCA en construcción civil

3.1 ¿Conoce qué son, para qué sirven y en qué se usan las Cenizas de Cascarilla de Arroz (CCA) en las obras de construcción civil?

Sí

No

Había escuchado algo de esto

No opina al respecto

3.2 ¿Sabía que las CCA son utilizadas como agregados finos en el DMC para pavimentos de carreteras porque aumentan la resistencia compresiva a la rotura?

No sabía

Sí sabía

No opina al respecto

4. Aplicación de CCA en el DMC para pavimentos

4.1 ¿Cree usted que se podría elaborar un DMC para el pavimento de la vía La Monja usando Cenizas de Cascarilla de Arroz (CCA)?

Sí

No

No sabe

4.2 ¿Usted piensa que la adición de CCA habría influido en las propiedades mecánicas e hidráulicas del DMC utilizado en el pavimento de la vía La Monja?

Pienso que sí

Pienso que no

No dio opinión alguna

4.3 ¿Cree usted que el DMC con una resistencia $f'c=210$ kg/cm² que se utilizaría en el pavimento de la vía La Monja estaría influenciado por la adición de CCA?

Sí

No

No sabe, no opina

5. Frecuencia de uso de la vía

5.1 ¿Con qué frecuencia transita o usa la vía de la carretera La Monja?

Menos de 2 veces a la semana

Entre 2 y 4 veces a la semana

Muchas más veces que las mencionadas

Gracias por su participación. Sus respuestas serán analizadas para evaluar el estado del pavimento y la viabilidad de mejorar su composición con nuevos materiales.

Anexo 04: Autorización por parte de la institución



Municipalidad Provincial de Ayabaca

Responsable de acceso a la información: AUGUSTO CARRIÓN MUÑOZ
Nombramiento: RESOLUCION DE ALCALDIA N° 0150-2021-MPA
Correo: accesoinformacionmdc@muniprovinayabaca.gob.pe
Teléfono: 944127543

APROBADO

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Señores: Municipalidad Provincial de Ayabaca,

Deseo informar que soy una Tesista: Sanchez Infante, Analia por la usp de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil y estoy bajo la supervisión del ingeniero Miguel Angel Solar Jara.

Mi tema de investigación es **“Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla para la vía la Monja, Piura, 2024.”**. La misma está basada en estudios e investigaciones teóricas y/o prácticas que estoy realizando para mi Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil por dicha universidad privada.

En este sentido, estaré realizando entre el 01 de octubre y 03 de octubre del presente año, estudios de impacto ambiental y estudio de suelos de la carretera perteneciente a la vía de la Monja, con el fin de recopilar datos para los Capítulos de Marco Teórico, Metodología y Cálculos y Resultados de mí Tesis antes mencionada.

Por lo tanto, le solicito que tenga la amabilidad de otorgar la Autorización o Permiso para realizar dichos estudios a la vía de la Monja.

Agradeciéndole Atentamente;



Anexo 05: Formato de publicación en el repositorio



REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
Sanchez Infante Analia Juliana		70992516	herofinnes13@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla para la vía la monja, piura, 2024			
5. Programa Académico			
Ingeniería civil			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² (info:eu-repo/semantics/openAccess)	<input type="checkbox"/> Acceso restringido ³ (info:eu-repo/semantics/restrictedAccess) ^(*)		
<input type="checkbox"/> Embargo (Máximo 24 meses) (info:eu-repo/semantics/embargoedAccess)	Fecha de Liberación de embargo: ____ / ____ / ____ (Formato: día / mes / año)		
(*) En caso de restringido y embargo sustentar motivo			


A. Originalidad del Archivo Digital

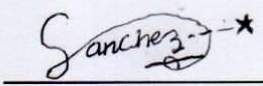
Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁶

Ciudad	Día	Mes	Año
Piura	23	12	2024

Huella Digital 

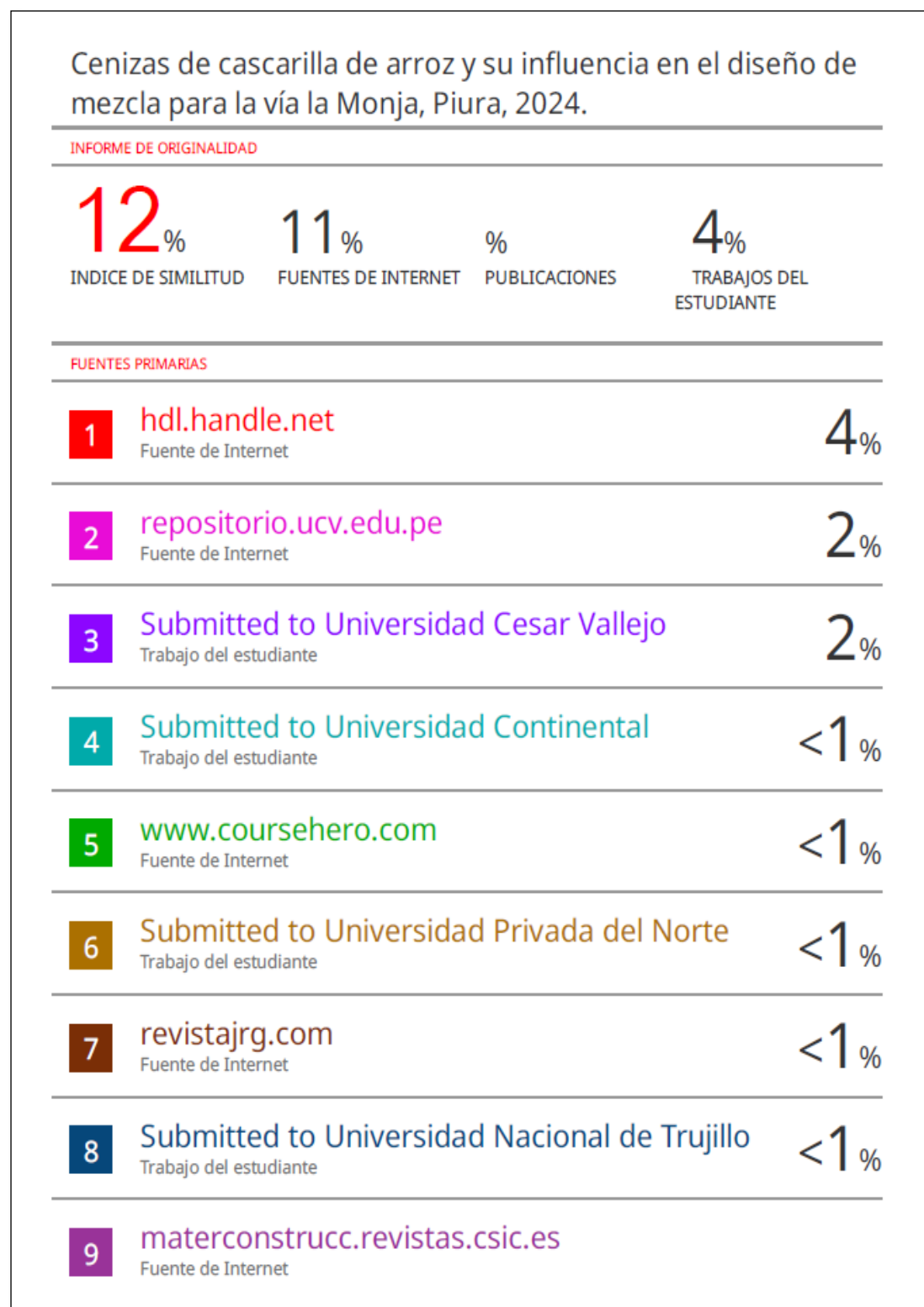
Firma 

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDI-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8 inciso 8.2.
- Ley N° 20023: Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006 -2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONYTEC-DEG (Números 52 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI a través del Repositorio AUCIA".

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley Ley 27444, art. 32, n.º 32.3.

Anexo 06: Reporte de similitud



		<1 %
10	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	search.scielo.org Fuente de Internet	<1 %
18	hispana.mcu.es Fuente de Internet	<1 %
19	revistahorizontes.org Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1 %

Trabajo del estudiante

21	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
22	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.pucesa.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
27	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
29	beru.univ-brest.fr Fuente de Internet	<1 %
30	dadun.unav.edu Fuente de Internet	<1 %
31	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

32	ia-petabox.archive.org Fuente de Internet	<1 %
33	moam.info Fuente de Internet	<1 %
34	redined.educacion.gob.es Fuente de Internet	<1 %
35	www.studocu.com Fuente de Internet	<1 %
36	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 6 words
 Excluir bibliografía Activo

Anexo 07: Contenido de humedad



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2023
MUESTRA : CALICATA-1
MUESTRAS : TERRENO NATURAL
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 18/10/2024

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	523.9	526.5
Peso de tara + MS	505.5	509.4
Peso de tara	41.6	37.9
Peso del agua	18.40	17.10
MS	463.90	471.50
Contenido de humedad (%)	3.97	3.63
PROMEDIO DE HUMEDAD	3.80	

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
J.A. Sánchez de Bustillo (Central de Estudios)
M. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascavilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
para la vía la Morja, Piura, 2023
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/10/2024

PRUEBA Nº	01	02	03
TARA Nº			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1505	1338	
TARA + SUELO SECO (gr)	1501.6	1333	
PESO DEL AGUA (gr)	3.4	5	
PESO DE LA TARA (gr)	209	204	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1292.6	1129	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.26	0.44	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.35	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg Miguel Solar Jara
I. E. M.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascarrilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
para la vía la Monja, Piura, 2023
CANTERA : LA SORPRESA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 18/10/2024

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	798	763	
TARA + SUELO SECO (gr)	796	759.8	
PESO DEL AGUA (gr)	2	3.2	
PESO DE LA TARA (gr)	198	161	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	598	598.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.53	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.43	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg Miguel Spilar Jara
I.C.T.E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
para la vía la Monja, Piura, 2023
CANTERA : LA SORPRESA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 18/10/2024

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	798	763	
TARA + SUELO SECO (gr)	796	759.8	
PESO DEL AGUA (gr)	2	3.2	
PESO DE LA TARA (gr)	198	161	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	598	598.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.53	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.43	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Spilar Jara
I.E.P.E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Anexo 08: Análisis granulométrico



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

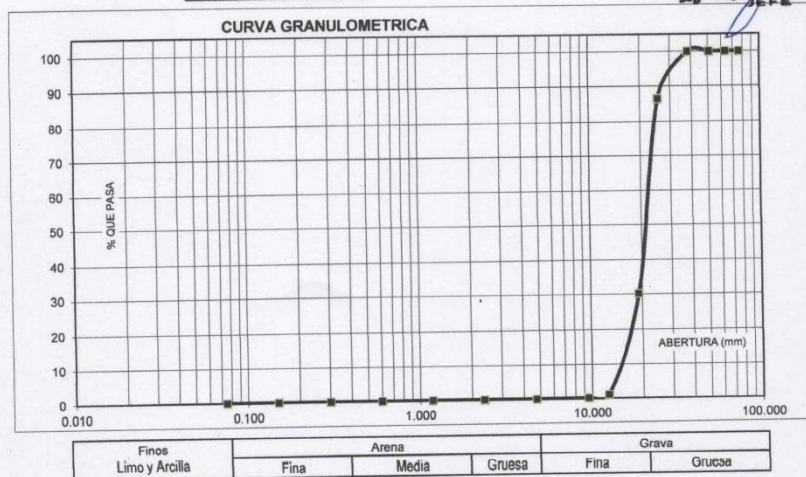
SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
 TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2023
 CANTERA : LA SORPRESA
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/10/2024

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	147.0	13.5	13.5	86.5
3/4"	19.100	614.0	56.4	69.9	30.1
1/2"	12.500	317.0	29.1	99.0	1.0
3/8"	9.520	9.0	0.8	99.8	0.2
N° 4	4.760	2.0	0.2	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1089.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Maximo Nominal	"1"
Huso	N° 67
	Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Soler Jara



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

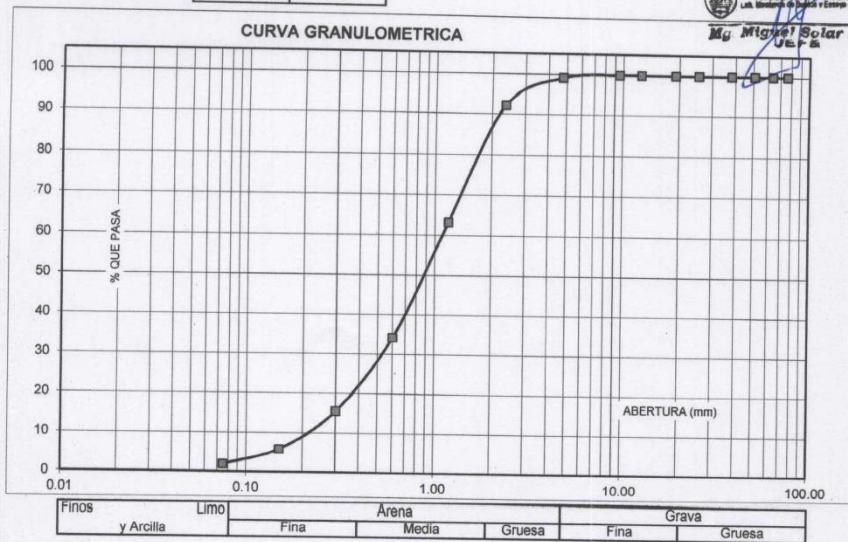
SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
 TESIS : Cenizas de cascanilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2023
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/10/2024

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	4.5	0.8	0.8	99.2
N° 8	2.36	39.0	7.0	7.9	92.1
N° 16	1.18	160.0	28.9	36.8	63.2
N° 30	0.60	161.0	29.1	65.9	34.1
N° 60	0.30	103.0	18.6	84.5	15.5
N° 100	0.15	54.0	9.8	94.2	5.8
N° 200	0.08	22.0	4.0	98.2	1.8
PLATO	ASTM C-117-04	10	1.8	100.0	0.0
TOTAL		553.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.90

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Estudios de Suelos y Ensayo de Materiales
Miguel Solar Jara
U.E.P.S.



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422, AASHTO T-88)

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
 TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2023
 LUGAR : MONJA-PIURA
 FECHA : 18/10/2024

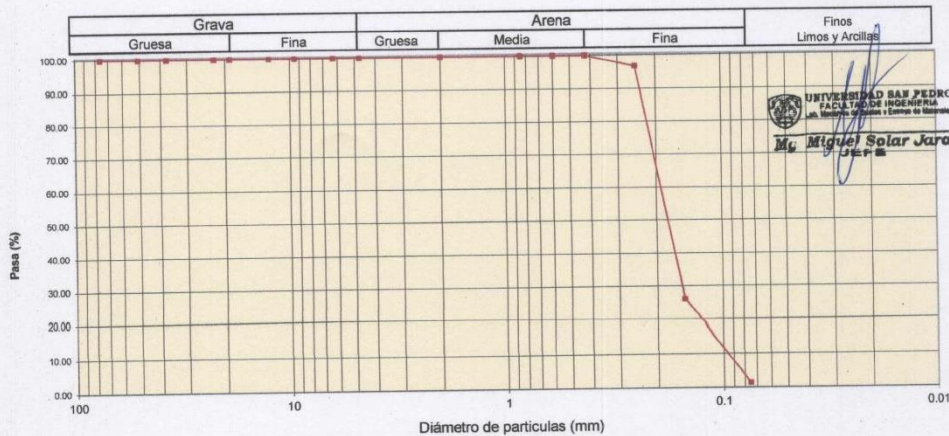
Peso Seco Inicial	297	gr.
Peso Seco Lavado	292.7	gr.
Peso perdido por lavado	4.3	gr.

CALICATA	: C - 1
ESTRATO	: E - 1
PROF. (m)	: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina Valor del Índice de grupo (IG)
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Menor de partículas gruesas: 0.00 limin Arena mal graduada SP
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0 Pasa tamiz N° 200 (%) : 1.4 D60 (mm) : 0.20 D30 (mm) : 0.155 D10 (mm) : 0.101 1.960 Contenido de humedad : 4.6%
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.00	0.0	0.0	100.0	
N° 20	0.850	0.0	0.0	100.0	
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	
N° 40	0.425	0.0	0.0	100.0	
N° 60	0.250	9.6	3.2	96.8	
N° 100	0.150	209.8	70.6	73.9	
N° 200	0.075	73.3	24.7	98.6	
< 200		4.3	1.4	100.0	0.0
Total		297.0		100.0	

Límite líquido LL	0.00
Límite plástico LP	0.00
Índice plasticidad IP	0.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



Anexo 09: Registro de excavación



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Sanchez Infante, Analia Juliana		
TESIS	Cenizas de cascavilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2023		
UBICACIÓN	Monja - PIURA	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P
FECHA	18/10/2024	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
GALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.80	M - 1		De -0.00 a -0.8 Relleno con un falso piso de 2 cm compuesto por arena suelta mal graduada semi húmeda.
SP		1.50	M - 1	1.508 gr/cm3	De -0.8 a -3.0 m. Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compacidad media

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
C.A. Instituto de Física y Escuela de Matemáticas
Miguel Solar Jara
P.E.E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Anexo 10: Límite de consistencia



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

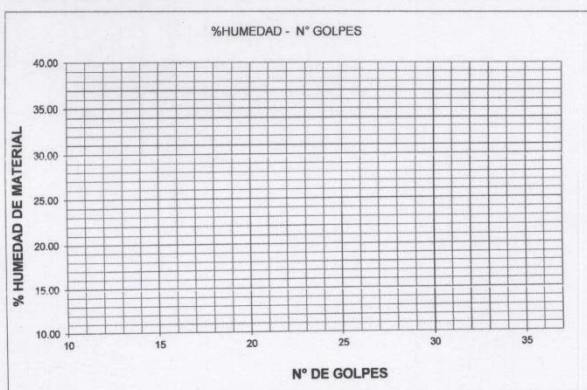
PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
 TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2023
 LUGAR : MONJA-PIURA
 FECHA : 18/10/2024

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE LA TARA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO SUELO SECO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nro. DE GOLPES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



LIMITE LIQUIDO
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL : N.P.

LIMITE PLASTICO
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP : N.P.

INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D-438
IP : N.P.


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. Miguel Solar Jara
 I. E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Anexo 11: Ensayo de resistencia a la compresión



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
 TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto para la vía la Monja, Piura, 2023
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2024

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON		15/07/2024	22/07/2024	7	159.71	76.05
02	PATRON		15/07/2024	22/07/2024	7	166.14	79.12
03	PATRON		15/07/2024	22/07/2024	7	168.64	80.30
04	PATRON		15/07/2024	29/07/2024	14	194.47	92.60
05	PATRON		15/07/2024	29/07/2024	14	197.60	94.10
06	PATRON		15/07/2024	29/07/2024	14	191.03	90.97
07	PATRON		15/07/2024	12/08/2024	28	223.25	106.31
08	PATRON		15/07/2024	12/08/2024	28	221.35	105.41
09	PATRON		15/07/2024	12/08/2024	28	219.36	104.46

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.
 OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Mg Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
para la vía la Monja, Piura, 2023
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 18/10/2024

F' C : 210 Kg/cm²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL		15/07/2024	22/07/2024	7	182.01	86.67
02	EXPERIMENTAL		15/07/2024	22/07/2024	7	180.15	85.79
03	EXPERIMENTAL		15/07/2024	22/07/2024	7	176.66	84.12
04	EXPERIMENTAL		15/07/2024	29/07/2024	14	203.59	96.95
05	EXPERIMENTAL		15/07/2024	29/07/2024	14	198.54	94.54
06	EXPERIMENTAL		15/07/2024	29/07/2024	14	200.90	95.67
07	EXPERIMENTAL		15/07/2024	12/08/2024	28	237.29	113.00
08	EXPERIMENTAL		15/07/2024	12/08/2024	28	229.82	109.44
09	EXPERIMENTAL		15/07/2024	12/08/2024	28	231.52	110.25

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
M^g Miguel Solar Jara
J.S.F.M.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Anexo 12: Gravedad específica y absorción



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
 TESIS : Cenizas de cascavilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
 para la vía la Morja, Piura, 2023
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/10/2024

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	655.00	655.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	955.00	955.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	845.00	845.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	110.00	110.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.60	297.60
G	Volumen de masa (E-(A-F))		107.60	107.60
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.705	2.705
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.727	2.727
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.766	2.766
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.81	0.81

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.705
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.727
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.766
 Absorción (%) : 0.81


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 .M. Miguel Spjar Jara
 I.E.E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
para la vía la Monja, Piura, 2023
CANTERA : LA SORPRESA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 18/10/2024

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1330.00	1175.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	858.00	762.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	472.00	413.00
D	Peso de material seco en estufa	1322.00	1169.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	464.00	407.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.801	2.831
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.818	2.845
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.849	2.872
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.61	0.51

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.816
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.831
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.861
Absorción (%) : 0.56


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
La Escuela de Ingenieros y Arquitectos
Mg Miguel Solar Jara
Ingeniero

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Anexo 13: Peso unitario



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
 TESIS : Cenizas de cascanilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
 para la vía la Morja, Piura, 2023
 CANTERA : LA SORPRESA
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/10/2024

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18000	18050	18100
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	12880	12930	12980
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1377	1382	1388
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1382		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1376		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19500	19850	19950
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14380	14730	14830
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1537	1575	1585
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1566		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1559		


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 J.E.F.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascarrilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
para la vía la Monja, Piura, 2023
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/10/2024

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7850	7700	7900
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4530	4380	4580
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1625	1571	1643
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1613		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1607		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8400	8400	8400
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	5080	5080	5080
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1822	1822	1822
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1822		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1816		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
M^c Miguel Solar Jara
JLS-J

Anexo 14: Diseño de mezcla



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : Sanchez Infante, Analia Juliana
TESIS : Cenizas de cascarilla de arroz y su influencia en el diseño de mezcla del concreto
para la vía la Monja, Piura, 2023
FECHA : 18/10/2024

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : YESIQUE

- Peso especifico de masa 2.71
- Peso unitario suelto 1607 kg/m³
- Peso unitario compactado 1816 kg/m³
- Contenido de humedad 0.35 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 2.90

D.- Agregado grueso

CANTERA : LA SORPRESA

- Piedra, perfil angular "1"
- Tamaño Máximo Nominal 2.82
- Peso especifico de masa 1376 kg/m³
- Peso unitario suelto 1559 kg/m³
- Contenido de humedad 0.43 %
- Absorción 0.56 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
M^c Miguel Solar Jara
I. E. F. M.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de "1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.680

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.680 = 283.824 \text{ kg/m}^3 = 6.68 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	283.824	kg/m3
Agua efectiva.....	198.498	lts/m3
Agregado fino.....	941.021	kg/m3
Agregado grueso.....	1002.211	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{283.82}{283.82} : \frac{941.021}{283.82} : \frac{1002.21}{283.82}$$

$$1 : 3.34 : 3.55 : 29.90 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 3.10 : 3.86 : 29.90 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
J.R. Hernandez P. Salazar y Castro de Hualanday
Mg. Miguel Solar Jara
J.F.E.

Anexo 15: Materiales para el ensayo del Pe y Abh de las muestras



Anexo 16: Pesado de las CCA y mezclado de materiales para probetas



Anexo 17: Resultado de probetas sometidas a ensayo de diamantinos



Anexo 18: Resultado de muestreo de suelo y pesado de CCA



Anexo 19: Elaboración de probetas y resultados de compresión



Anexo 20: Verificación de resultados de compresión y proceso de quemado de las CCA

