



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del
Concreto Adicionado con Cenizas de Bagazo de Caña de
Azúcar**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autor

Bach. Suarez Peche Jose Williams
<https://orcid.org/0000-0003-2883-478X>

Asesor

Mag. Caceres Santin Enrique Daniel
<https://orcid.org/0009-0007-9334-4660>

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL
CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**

Aprobación del jurado

MAG. CASAS LOPEZ ARTURO ELMER

Presidente del Jurado de Tesis

MAG. SUCLUPE SANDOVAL ROBERT EDINSON

Secretario del Jurado de Tesis

MAG. CACERES SANTIN ENRIQUE DANIEL

Vocal del Jurado de Tesis

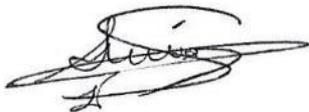
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Suarez Peche Jose Williams	DNI: 70828007	
----------------------------	---------------	---

Pimentel, 03 de mayo de 2023.

Dedicatoria

A Dios, por darme fuerza e inteligencia para afrontar a los obstáculos que se presentan en mi camino.

A mis padres Wile y Gulnara, por apoyarme de forma incondicional para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanas Marie y Ariana, por impelerme a ser una mejor persona y buscar la superación.

A mis abuelas que me cuidan desde el cielo: Esperanza y Perpetua, y a mi abuelo José por su apoyo económico y sus sabios consejos.

A mi familia y amigos, por su aliento y motivación para cumplir la meta ansiada.

Agradecimientos

A Dios, por la salud, resiliencia y guía hacia el camino que tiene planeado.

A mi Casa de Estudios, por las herramientas y recursos para forjar los conocimientos que son aplicados en mi vida profesional.

A los docentes que fomentaron mi curiosidad y el aprendizaje continuo.

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	viii
Índice de Fórmulas	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Formulación del Problema.....	25
1.3. Hipótesis	25
1.4. Objetivos	25
1.5. Teorías relacionadas al tema	26
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	39
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	39
2.2 Variables, Operacionalización	40
2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	43
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	46
2.5 Procedimiento de análisis de datos	47
2.6 Criterios Éticos	62
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
3.1. Resultados	63
3.2. Discusión	103
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
4.1 Conclusiones.....	110
4.2 Recomendaciones.....	112
REFERENCIAS	113
ANEXOS	129

Índice de Tablas

Tabla I <i>Composición química de la CBCA</i>	30
Tabla II Variable independiente	41
Tabla III Variable dependiente	42
Tabla IV Muestras para ensayos de compresión y tracción	44
Tabla V Prismas para ensayo de flexión.....	45
Tabla VI Resultados de absorción y peso específico en agregado fino.....	66
Tabla VII Resultados de peso unitario suelto y humedad en agregado fino.	67
Tabla VIII Resultados de peso unitario compactado y humedad en agregado fino	68
Tabla IX Resultados de absorción y peso específico en agregado grueso 1/2"	75
Tabla X Resultados de peso específico y absorción en agregado grueso 3/4"	76
Tabla XI Resultados de peso unitario suelto y humedad en agregado grueso 1/2".....	77
Tabla XII Resultados de peso unitario compactado y humedad en agregado grueso 1/2" 78	
Tabla XIII Resultados de peso unitario suelto y humedad en agregado grueso 3/4".....	79
Tabla XIV Resultados de peso unitario compactado y humedad en agregado grueso 3/4".....	80
Tabla XV Dosificación para ensayo de actividad puzolánica.....	81
Tabla XVI Porcentaje de calcinación de la CBCA	84
Tabla XVII Densidad de la CBCA	85
Tabla XVIII Proporción de materiales usados en el diseño de mezclas $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$..	86
Tabla XIX Dosificación en peso de materiales para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	86
Tabla XX Dosificación en peso de CBCA por unidad de ensayo para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	87
Tabla XXI Peso unitario en concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	87
Tabla XXII Revenimiento en concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	88
Tabla XXIII Proporción de materiales usados en el diseño de mezclas $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$..	90
Tabla XXIV Dosificación en peso de materiales para $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$	91
Tabla XXV Dosificación en peso de CBCA por unidad de ensayo para $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$	91
Tabla XXVI Peso unitario en concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$	92
Tabla XXVII Revenimiento en concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$	93

Índice de Figuras

Fig. 1. Agregados obtenidos de la Cantera Castro I.	49
Fig. 2. Agregados obtenidos de la Cantera Ferreñafe.	50
Fig. 3. Agregados obtenidos en Cantera La Victoria.....	50
Fig. 4. Agregados obtenidos de las cuatro canteras.	51
Fig. 5. Ensayo de Granulometría en agregados.	52
Fig. 6. Ensayo de absorción y gravedad específica en agregado fino.	52
Fig. 7. Absorción y peso específico en agregado grueso.....	52
Fig. 8. Peso unitario en agregados.	53
Fig. 9. Quema de Bagazo de Caña a diferentes temperaturas.	54
Fig. 10. Control de temperaturas y ceniza resultante.....	54
Fig. 11. Fluidez y desencofrado de cubos.	55
Fig. 12. Muestras de ensayo y colocación en máquina para resistencia a la compresión.	56
Fig. 13. Control de temperatura 650°C y molino de bolas.....	57
Fig. 14. Resultado del triturado en molino de bolas y tamizado de CBCA.	57
Fig. 15. Peso unitario en el concreto fresco.....	58
Fig. 16. Revenimiento.....	59
Fig. 17. Temperatura.....	59
Fig. 18. Muestras cilíndricas para los ensayos de módulo de elasticidad y resistencia a la compresión.	60
Fig. 19. Muestras cilíndricas para la prueba de resistencia a la tracción.	61
Fig. 20. Prismas rectangulares para la prueba de resistencia a la flexión.....	61
Fig. 21. Granulometría de agregado fino en Cantera Castro I. Tomado de Estudio de Canteras. LEMS W&C EIRL.....	63
Fig. 22. Granulometría de agregado fino en Cantera Ferreñafe. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	64
Fig. 23. Granulometría de agregado fino en Cantera La Victoria. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	65
Fig. 24. Granulometría de agregado fino en Cantera Pacherres. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	65
Fig. 25. Análisis del peso específico en agregado fino. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	67
Fig. 26. Análisis del peso unitario húmedo en estado suelto del agregado fino. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	68
Fig. 27. Análisis del peso unitario seco en estado compactado del agregado fino. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	69
Fig. 28. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera Castro I. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	70
Fig. 29. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera Ferreñafe. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	71
Fig. 30. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera La Victoria.....	71
Fig. 31. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera Pacherres. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	72
Fig. 32. Granulometría de agregado grueso 3/4" en Cantera Castro I. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	73
Fig. 33. Granulometría de agregado grueso 3/4" en Cantera Ferreñafe	73
Fig. 34. Granulometría de agregado grueso 3/4" en Cantera Pacherres. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	74
Fig. 35. Análisis del peso específico en agregado grueso 1/2". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	75
Fig. 36. Análisis del peso específico en agregado grueso 3/4". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.	76
Fig. 37. Análisis del peso unitario suelto seco en agregado grueso 1/2". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	77

Fig. 38. Análisis del peso unitario compactado húmedo en agregado grueso 1/2". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	78
Fig. 39. Análisis del peso unitario suelto seco en agregado grueso 3/4". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	79
Fig. 40. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 550°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	81
Fig. 41. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 600°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	82
Fig. 42. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 650°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	83
Fig. 43. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 700°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	83
Fig. 44. Curvas de la resistencia a la compresión en cubos. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	84
Fig. 45. Análisis del peso unitario en concreto $f'c=210$ Kg/cm ² . Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	88
Fig. 46. Análisis del revenimiento en concreto $f'c=210$ Kg/cm ² . Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	89
Fig. 47. Análisis de la temperatura en concreto $f'c=210$ Kg/cm ² . Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL. Máximo establecido según NTP E.060.....	90
Fig. 48. Análisis del peso unitario en concreto $f'c=280$ Kg/cm ² . Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	92
Fig. 49. Análisis del revenimiento en concreto $f'c=280$ Kg/cm ² . Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	93
Fig. 50. Análisis de la temperatura en concreto $f'c=280$ Kg/cm ² . Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	94
Fig. 51. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=210$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	95
Fig. 52. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=210$ Kg/cm ² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	95
Fig. 53. Análisis del módulo elástico para $f'c=210$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	96
Fig. 54. Análisis del módulo de elasticidad para $f'c=210$ Kg/cm ² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	97
Fig. 55. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=210$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	97
Fig. 56. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=210$ Kg/cm ² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	98
Fig. 57. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=210$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	98
Fig. 58. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=210$ Kg/cm ² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	99
Fig. 59. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=280$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	99
Fig. 60. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=280$ Kg/cm ² a los 28 días.....	100
Fig. 61. Análisis del módulo de elasticidad para $f'c=280$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	100
Fig. 62. Análisis del módulo de elasticidad para $f'c=280$ Kg/cm ² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	101
Fig. 63. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=280$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	101
Fig. 64. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=280$ Kg/cm ² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	102
Fig. 65. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=280$ Kg/cm ² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.....	102

Fig. 66. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL..... 103

Índice de Fórmulas

Fórmula 1 Índice de actividad puzolánica	31
Fórmula 2 Índice de calcinación.....	31

Resumen

Investigaciones en los últimos años han demostrado que la adición de las cenizas de bagazo contribuye a la actividad puzolánica junto con el cemento, mejorando propiedades mecánicas y físicas, siendo una propiedad importante la resistencia a la compresión. Esta investigación tuvo como objetivo esencial evaluar las propiedades mecánicas y físicas del concreto adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA). Se realizó un proceso de quema en cuatro temperaturas diferentes, molienda y tamizado para obtener la CBCA que tiene mejores resultados respecto a su actividad puzolánica, así mismo, se elaboró concreto convencional y concreto adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6% y 8%; diseñados para resistencias a la compresión de 210 Kg/cm² y de 280 Kg/cm². Los resultados muestran cambios en las propiedades físicas que no afectan su rendimiento y cumplen con la normativa, por otro lado, las propiedades mecánicas tienen aumentos y decrementos que no necesariamente dependen de la adición de CBCA. Se concluye que la adición de CBCA tiene influencia positiva en las propiedades del concreto.

Palabras Clave: CBCA, cenizas de bagazo de caña de azúcar, concreto adicionado, propiedades mecánicas, propiedades físicas.

Abstract

Research in recent years has shown that bagasse ash enhancement contributes to pozzolanic activity together with cement, improving mechanical and physical properties, compressive strength being an important property. The essential objective of this research was to evaluate the mechanical and physical properties of concrete made of sugarcane bagasse ash (SCBA). A burning process was carried out at four different temperatures, grinding and sieving to obtain the SCBA that has better results regarding its pozzolanic activity, likewise, conventional concrete and concrete added with sugarcane bagasse ashes in proportions 2%, 4%, 6% and 8%; designed for compressive strengths of 210 Kg/cm² and 280 Kg/cm². The results show changes in the physical properties that do not evolve its performance and comply with the regulations, on the other hand, the mechanical properties have increases and decreases that do not depend on the improvement of SCBA. It is concluded that the addition of SCBA has a positive influence on the properties of concrete.

Keywords: SCBA, sugarcane bagasse ash, concrete added, mechanical properties, physical properties.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

Mohlala et al. [1] señalan que, en las naciones emergentes, la necesidad de energía y materiales de alta calidad para impulsar el desarrollo de infraestructuras está en constante aumento. Esta situación plantea una serie de desafíos, lo que hace imprescindible la búsqueda de fuentes de materias primas sostenibles y renovables para satisfacer esta demanda creciente. La gran cantidad de residuos agrícolas generados en África debido a la gran disponibilidad de tierra cultivable ha sido un ímpetu para resolver algunos de estos retos.

Para que un sistema sea sostenible, es indispensable que los residuos se aprovechen por medio del reciclaje y facilitan oportunidades económicas. El sector agroindustrial produce residuos en varios sectores de Brasil, pero son pasados por alto. Se espera que se puedan producir productos e incitar en un futuro el desarrollo sostenible [2].

Según Kathirvel et al. [3], India produce anualmente más de 350 millones de toneladas de caña de azúcar, lo que la convierte en el segundo productor mundial de este edulcorante después de Brasil; y que por tanto una vez que se obtiene el bagazo, este es un desperdicio que usualmente es usado como combustible en las empresas azucareras generando contaminación ambiental debido al humo procedente del mismo combustible.

El sector de la construcción necesita ahora más que nunca adoptar la sostenibilidad; considerando el uso de fibras de origen vegetal como materiales rentables, los cuales pueden ser considerados para mejorar el desarrollo sostenible tanto en zonas rurales como urbanas; reforzando el concreto y a su vez reduciendo el impacto contaminante que genera [4].

Así mismo, Gutiérrez et al. [5] comentan que las fibras naturales presentan ventajas como bajo costo, son renovables y tienen baja densidad. Esto puede permitir que su uso pueda ser implementado en el sector de la construcción buscando la reducción de la contaminación ambiental.

Nicoara et al. [6] señala que una solución sostenible para la industria de la construcción global puede ser que el cemento Portland ordinario (OPC) sea sustituido parcialmente mediante el uso de materiales cementantes suplementarios o SCM obtenidos de productos industriales al final de su vida útil (en sus siglas en inglés EOL), los cuales pueden ser: humo de sílice (en sus siglas en inglés SF) y ceniza volante (FA); puzolánicos naturales como la ceniza del bagazo de la caña (SBA), ceniza de aceite de palma (POFA), la ceniza de la cascarilla de arroz (RHA), entre otros. La investigación ha revelado que estos materiales son cementosos y / o puzolánicos por naturaleza.

Las industrias del cemento han causado graves daños al medio ambiente y son una de las principales fuentes de CO₂ que representan casi el 5% de la emisión global. Varios estudios han confirmado que los aditivos minerales se pueden utilizar para reemplazar parcialmente el cemento en el hormigón y mejorar las propiedades mecánicas y duraderas del hormigón [7].

Ribeiro et al. [8] relatan que, durante el fraguado del cemento, la parte interna de la estructura alcanzará una temperatura más alta que la superficie y las diferencias en la temperatura pueden formar grietas en la estructura. Los autores describieron que para su investigación usaron residuos de la caña en concreto masivo con el fin de reducir el calor de hidratación.

Según el MINAGRI [9], entre 2010 y 2020, la producción de caña de azúcar en Perú produjo un promedio de unos 10 millones de toneladas de caña al año, de las cuales unos 2 millones de toneladas se convirtieron en azúcar. Asimismo, [10], relata que el proceso de obtención de la CBCA, comienza cuando el jugo es exprimido de la caña de azúcar, para el cual se utiliza un molino encargado de estrujar la caña. La fibra resultante es el bagazo que posteriormente es incinerado que consecuentemente es desechado o puede utilizarse como fertilizante.

Por otro lado, Araujo, J. [11] describe que es posible garantizar las propiedades de la puzolana de la ceniza al quemar los desechos agrícolas y controlar tanto la temperatura

de combustión como el tiempo de resistencia del material. Así también, [12] comentan que, al quemar de manera adecuada en el proceso de la elaboración de azúcar, se genera la CBCA que contiene sílice y alúmina. La temperatura definida en este quemado (400°C – 800°C) hace que sus propiedades puzolánicas puedan ser óptimas.

El bagazo de caña es un subproducto de la trituración de la caña en la central azucarera, que puede ser utilizado como fibra para el refuerzo del concreto, mejorando así sus propiedades mecánicas [13].

Gonzales [14] describe que la fibra el bagazo representa casi una mitad del volumen de las centrales azucareras. Y la CBCA se usa en áreas como: agricultura y en el sector construcción, debido a que posee características químicas que son similares a la actividad puzolánica del cemento.

Otro tipo de puzolana obtenida de desechos agrícolas es la ceniza de la cáscara de arroz que, cuando la quema es controlada con temperaturas menores a 700 °C, se obtiene excelente capacidad puzolánica [15].

Considerando lo anterior, el sector de la construcción origina un impresionante volumen de emisiones de CO₂ y contaminación ambiental debido a la producción de cemento, lo que ha llevado a la búsqueda de materiales sostenibles y renovables para su uso en la construcción. Los residuos agrícolas, en particular las cenizas volantes obtenidas de bagazo de caña de azúcar y otros materiales cementicios complementarios, pueden ser una alternativa viable para reemplazar parcialmente el cemento Portland regular y también agregarse a la producción de concreto. Sin embargo, en la actualidad se desconoce cómo influyen estos aditivos en la resistencia y las cualidades mecánicas del concreto, por lo que es necesario investigar su potencial y su uso en el sector de la construcción.

Diversos autores describen los siguientes estudios:

Dal Molin Filho et al. [16] en su investigación que lleva por título en español: “Caracterización de diferentes cenizas de bagazo de caña de azúcar generadas para su preparación y aplicación como productos verdes en la construcción civil” explicaron que su

objetivo fue caracterizar de forma sistemática las cenizas mixtas, volantes y de fondo, expuestas a procesos de bajo costo, con el fin de hacer un mejor direccionamiento de sus aplicabilidades en productos de construcción civil. La metodología que emplearon fue recolectar ceniza de tres plantas del grupo Usacucar en Brasil, tamizar por malla de 2 mm, hacer tratamiento térmico en mufla, requemar la ceniza a 600°C por cuatro horas y realizar análisis termogravimétrico y cuantificación química de la ceniza. Los resultados indican que al analizar la reacción exotérmica la temperatura de transición empezó por 573°C, hasta dentro de 700°C. Las conclusiones fueron que existen similitudes entre grupos de cenizas de fondo y cenizas mixtas y que, además, las cenizas con o sin calcinación se pueden utilizar para el desarrollo de productos ecológicos.

Chindaprasirt et al. [17] en la investigación titulada en español: “Durabilidad y propiedades mecánicas del hormigón para pavimentos que contiene ceniza de bagazo de caña de azúcar” informaron que su objetivo fue emplear las cenizas de bagazo para suplantar el cemento ordinario en la fabricación de concreto para pavimentos, a fin de lograr un material con las propiedades mecánicas y la durabilidad adecuadas. La metodología fue adquirir ceniza de bagazo de una planta de energía de biomasa de Tailandia, tamizar la ceniza por la malla N° 4, secar en el horno por un día y reemplazar entre 0 al 60% en la producción de concreto para pavimento. Los resultados determinaron que las propiedades como resistencia a la compresión, peso unitario, módulo elástico, resistencia a la flexión; disminuyeron junto con el incremento del reemplazo de la ceniza. Concluyeron que el concreto que contiene 20 - 40% de ceniza de bagazo mostró una buena durabilidad en términos de resistencia a la abrasión y resistencia al ácido sulfúrico.

Rambabu y Ramarao [18] en su investigación titulada en español “Efecto del ambiente de curado alcalino en el hormigón de ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) de grado M³⁰” cuyo objetivo fue caracterizar la durabilidad del concreto mezclando ceniza de bagazo de caña expuesto a ambientes alcalinos (sulfatos de sodio y magnesio). La metodología fue obtener la ceniza de una fábrica de azúcar en India, elaborar muestras

cilíndricas, cubos y vigas (en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%); curar en agua y solución de sulfato y evaluar pruebas de durabilidad contra sodio y sulfato de magnesio. Sus resultados revelaron que el ensayo de resistencia a la flexión y compresión aumentaron en la exposición a las distintas sales en la sustitución de 10%. Concluyeron que la sustitución del 10% de SCBA con cemento en el hormigón es un porcentaje óptimo y se puede utilizar en lugares vulnerables al ambiente sulfato.

Andrade et al. [19] en su investigación titulada en español “Efectos de la adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades y la durabilidad del hormigón” cuyo objetivo fue evaluar los efectos de agregar 5%, 10% y 15% de SCBA al cemento sobre la migración de cloruro (determinando los coeficientes de difusión de cloruro y otros parámetros), carbonatación y ASR. La metodología fue lavar el bagazo con agua, secar por un día, calcinar en un horno a 600°C y analizar la migración de cloruro, carbonatación y ASR (reacción álcali-sílice). Los resultados mostraron que el SCBA redujo la porosidad, la capacidad de absorción y los coeficientes de difusión, mientras que aumentaron la resistencia del concreto y las tasas de carbonatación. Concluyeron que la ceniza estudiada demostró una alta actividad puzolánica y la adición de un 5% de SCBA mitigó la reacción álcali-sílice de los agregados reactivos.

Gupta et al. [20] en su investigación titulada en español como: “Hormigón sostenible: Potencial de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como material cementante en la industria de la construcción” cuyo objetivo fue evaluar el diferente comportamiento de SCBA en las muestras de concreto. La metodología fue evaluar propiedades como las resistencias a la flexión y a la compresión, así como el ensayo de durabilidad mediante absorción de agua, penetración, carbonatación y velocidad del pulso ultrasónico. Los resultados indicaron que las muestras sometidas al ensayo de laboratorio de resistencia a la compresión se redujeron en los primeros días según la adición de SCBA, la resistencia a la flexión en el concreto disminuyó de acuerdo al incremento de la cantidad de SCBA, la presencia de poros mejoró las propiedades absorbentes del hormigón,

umentando así los valores de absorción de agua. Concluyeron que, considerando las propiedades de resistencia y durabilidad como puntos de vista, la mejor combinación fue utilizar un 10 % de SCBA para fines de elementos no estructurales. Este nivel óptimo no solo mejorará el rendimiento de la mezcla de cemento, sino que también contribuirá a preservar el medio ambiente.

Pooja Jha y Singh [21] en su investigación con título en español: “Cenizas de bagazo de caña de azúcar (ScBA) como sustituto parcial del aglutinante en el hormigón”, tuvieron como objetivo sustituir la ceniza de bagazo obtenido de un molino de azúcar, en la mezcla del concreto de acuerdo al cemento en 0%, 10%, 15%, 20% y 25%. Su metodología fue recolectar la ceniza de un molino de azúcar y analizar sus propiedades físicas y mecánicas al ser empleada en el concreto. Los resultados indican que el slump mostró reducción de acuerdo al porcentaje de reemplazo, desde 100 a 50 mm, además la propiedad de resistencia a la compresión en la edad de 28 días, el reemplazo de 10% de CBCA mostró 6% de mejora en función a la muestra convencional así mismo, la resistencia a la tracción que obtuvo fue 25.5 Kg/cm² para el hormigón patrón, donde se tuvieron resultados favorables para los reemplazos de 5%, 10% y 15%. Concluyeron que la CBCA es un material con excelentes características puzolánicas.

Kumara et al. [22] en su investigación con título en español: “Evaluación del efecto de las cenizas de bagazo de caña de azúcar en la resistencia del hormigón: Un enfoque sostenible” tuvieron como objetivo sustituir el cemento por CBCA. Su metodología fue reemplazar la cantidad de cemento por ceniza de bagazo en 5, 10, 15, 20, y 25 y 30%. Sus resultados mostraron que el slump decreció de acuerdo al porcentaje de reemplazo, así mismo, las resistencias a la compresión y tracción tuvieron como mejores resultados los reemplazos de 10 y 15%. Concluyeron que el 15% de CBCA mostró trabajabilidad, pero el 10% tuvo el más alto comportamiento respecto a caracterización mecánica.

Teja et al. [23], en su investigación titulada en español: “Propiedades mecánicas de la sustitución parcial de cemento por cenizas de bagazo de caña”, tuvieron como objetivo

principal estimar las propiedades en el concreto al ser reemplazado por ceniza de bagazo. Su metodología fue reemplazar CBCA en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% por cemento en el concreto. Sus resultados mostraron que el slump tuvo disminuciones, en la resistencia a la compresión tuvo que al reemplazarse más del 10% se mostraron pérdidas en esta propiedad, así también para la resistencia a la tracción. Concluyeron que al reemplazarse más del 10% de CBCA se presentan disminuciones y que futuros estudios analicen en un rango cercano a este porcentaje.

Zareei et al. [24], en su investigación titulada en español: “Microestructura, resistencia y durabilidad de hormigones ecológicos que contienen cenizas de bagazo de caña de azúcar”, tuvieron como objetivo investigar la posibilidad de usar la CBCA como reemplazo del cemento ordinario. Su metodología fue obtener CBCA de la quema a 700°C y reemplazar en 5%, 10%, 15%, 20% y 25% en el concreto. Sus resultados indican que el slump fue elevando de acuerdo a la cantidad de CBCA reemplazada, el peso específico fresco presentó disminuciones menores al 3% con respecto a la muestra sin reemplazo, en la propiedad de resistencia a la compresión tuvo reducciones desde 8% a 35% de acuerdo al aumento de CBCA. Concluyeron que el reemplazo de 5% fue el que tuvo el mejor comportamiento en cuanto a características mecánicas.

Memon et al. [25], en su investigación con título en español: “Utilización de cenizas de bagazo de caña de azúcar procesado en el hormigón como sustituto parcial del cemento: Propiedades mecánicas y de durabilidad”, tuvieron como objetivo investigar el efecto de la CBCA procesada y sin procesar en el concreto. Su metodología fue conseguir ceniza de bagazo y moler durante 60 minutos para reemplazar el cemento en 10, 20, 30 y 40%. Sus resultados mostraron que el slump aumentó de acuerdo al aumento de CBCA, el peso específico tuvo disminuciones menores a 3%, en la propiedad de resistencia a la compresión tuvo disminuciones tanto a la edad de 7 días como a los 28 días, no obstante, tuvo mejores de solo un 1% en el reemplazo de 10% de CBCA. Concluyeron que la

utilización de la CBCA procesada puede tener alta reactividad puzolánica e incluso reducir la emisión de carbono por la producción del cemento.

Jagadesh et al. [26], en su investigación titulada en español: "Evaluación de las propiedades mecánicas del hormigón de cenizas de bagazo de caña de azúcar", tuvieron como objetivo reemplazar el cemento por ceniza original y procesada. Su metodología fue recolectar la CBCA de fábricas donde se tuvieron temperaturas de calcinación entre 300°C y 600°C, esta su muestra original que posteriormente molieron y volvieron a quemar a 400°C para obtener la muestra que llamaron procesada, esta última la reemplazaron en el hormigón entre 5% al 30%. Sus resultados mostraron que el peso específico fresco tuvo disminuciones hasta de 3% de acuerdo al incremento porcentual de ceniza, en la resistencia a la compresión a los 7 días tuvieron aumentos de 19% a 33% para las muestras con reemplazo de 5%, 10%, 15% y 20% de CBCA, mientras que a los 28 días de curado, se presentaron mejoras con respecto al hormigón patrón (186 Kg/cm²) de 15%, 28%, 19%, 10% y 1%; el módulo elástico aumentó entre 1 y 13%, no obstante la resistencia a la flexión solo decreció desde 2 a 17%. Concluyeron que la ceniza procesada tuvo mejores resultados que la ceniza sin procesar.

El-said et al. [27], en su investigación con título en español: "Comportamiento mecánico del hormigón sostenible con cenizas de bagazo de caña de azúcar crudas y procesadas", tuvieron como objetivo investigar el impacto del empleo de CBCA como reemplazo del cemento. Su metodología fue calcinar la CBCA a 600°C, moler y reemplazar al cemento por CBCA desde 5 a 30%. Sus resultados mostraron que el peso unitario fresco en el hormigón patrón tuvo reducciones entre 0.9 a 2%, a los 28 días en la resistencia la compresión se tuvieron aumentos de hasta 17% en el reemplazo de 10%, el módulo de elasticidad mostró reducciones al reemplazarse más del 10% de CBCA, así mismo en la resistencia a la flexión. Concluyeron que en general el reemplazo mostró disminuciones en las muestras con más de 10% de CBCA.

Balladares y Ramírez [28] en su tesis de pregrado “Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020”, su objetivo primordial fue el diseño de concreto con resistencia a la compresión de 210 Kg/cm² empleando las cenizas de bagazo para acrecentar dicha propiedad. La metodología fue elaborar concreto agregando 0%, 5%, 10% y 15% de la ceniza antes mencionada para realizar el ensayo de resistencia a la compresión, así como el slump. Los resultados indican que el 5% agregado incrementó la resistencia a la compresión y el slump no varió en gran medida. Concluyeron que la adición de 5% de CBCA promete un óptimo diseño de mezcla.

Pastor y Farfán [29] en la tesis de pregrado “Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto”, con objetivo esencial de estudiar la repercusión del porcentaje de ceniza del bagazo de caña en la propiedad mecánica de compresión en el concreto diseñado para 210 Kg/cm². La metodología fue estudiar los componentes químicos de la ceniza, realizar el diseño de mezcla y sustituir el cemento por ceniza en 20% y 40%, realizando la prueba de resistencia a la compresión axial. Sus resultados mostraron que la ceniza estuvo compuesta químicamente (expresada como óxidos) en más del 60% por dióxido de silicio y el asentamiento no produjo diferencia en la trabajabilidad. Concluyeron que la propiedad de resistencia a la compresión decrementó en ambos porcentajes de reemplazo a la edad de 28 días. Recomiendan realizar muestras para 14 y 21 días de curado para verificar cuándo ocurre la disminución de la resistencia.

Mariano Corne [30], en su investigación de pregrado titulada: “Comparación de las Resistencias a Compresión y Flexión del Concreto Adicionado con las Cenizas de Bagazo de Caña de Azúcar con el Concreto Normal $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ”, con el objetivo de realizar un análisis de forma comparativa las propiedades de la resistencia de flexión y la compresión de un concreto diseñado para 210 Kg/cm² donde se adicionó las cenizas de bagazo. La metodología fue recolectar bagazo de caña, quemar en dos hornos donde el primero registró temperaturas entre 700 a 800 °C y el segundo entre 500 a 700 °C; tamizar

por la malla N° 100, realizar el análisis químico a cada una y escoger la que contenga mayor cantidad de sílice para adicionar en el concreto en porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%. Los resultados muestran que la muestra con 66.67% de dióxido de sílice fue tomada para realizar los ensayos al concreto; el revenimiento disminuyó con el aumento de ceniza y el índice puzolánico fue aproximadamente 50% en los curados de 7 y 28 días. Concluyó que los valores alcanzados en las pruebas de resistencias a flexión y compresión en el concreto adicionado la ceniza de bagazo de caña no sobrepasan las del concreto normal, sin embargo, se observó que las cenizas mostraron una excelente composición mineralógica.

Chumioque y Villegas [31] en su investigación de pregrado “Resistencia a la Compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, ciudad de Chimbote, 2019”, cuyo objetivo esencial fue ensayar la propiedad de resistencia a la compresión axial en un concreto diseñado para 210 Kg/cm² al suplantarlo el cemento por la ceniza de nombre científico: “*argopecten purpuratus*” y la fibra de “*saccharum officinarum*”. Su metodología fue lavar ambas fibras, calcinar y realizar pruebas de ATD (análisis térmico diferencial), determinar su composición química y elaborar el concreto con cada ceniza; la sustitución fue en porcentajes 6%, 10% y 14%. Sus resultados muestran que la ceniza obtenida de bagazo necesita someterse a temperaturas entre 385 y 400°C y la técnica de fluorescencia mediante rayos X definió que la ceniza de bagazo tuvo 69% de dióxido de silicio. Concluyeron que el remplazo de 10% de ceniza de bagazo tuvo un comportamiento mecánico favorable en el concreto estudiado.

Arana Yoplac [32] en su tesis de pregrado “Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Como Sustituto Parcial De Cemento Portland En La Elaboración De Concreto $f'c = 210$ Kg/cm²” cuyo objetivo fue precisar el porcentaje óptimo de las cenizas de bagazo como reemplazo parcial del cemento convencional en la preparación de concreto de $f'c = 210$ Kg/cm². La metodología fue recolectar, calcinar, moler y tamizar la ceniza para sustituir el cemento por 0%, 6%, 8% y 10% de ceniza. Los resultados mostraron que la prueba de

resistencia a la compresión mejoró en lo que se refiere al concreto patrón en el 6% y 8% de sustitución. Concluyó que de acuerdo al análisis estadístico se obtuvo mejores resistencias con el reemplazo de 8% de ceniza. Recomienda controlar el proceso de quemado para obtener la CBCA.

Hernández y Rodas [33] en la tesis de pregrado “Determinación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, en la ciudad de Moyobamba, San Martín”, que tuvo como objetivo la determinación de las propiedades mecánicas para un concreto a ser usado en pavimento adicionando cenizas de caña en 2%, 4%, 6%, 8% y 10% para concreto diseñado para 210 Kg/cm^2 y contrastarla con la muestra patrón. La metodología fue obtener bagazo de caña de azúcar, calcinar entre 350°C y 400°C , moler y tamizar por la malla N° 200, determinar las propiedades químicas y adicionar en 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de ceniza para el 210 Kg/cm^2 de resistencia. Sus resultados mostraron que la ceniza está compuesta por más del 50% el dióxido de sílice, la resistencia a la flexión, así como compresión, en los porcentajes de adición, indican un aumento en función al concreto patrón. Concluyó que la incorporación óptima es 6%, en la que se mejoraron tanto la resistencia a la tracción como la compresión.

Idrogo Perez [34] en la tesis de pregrado titulada: “Estudio de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm^2 con ceniza de bagazo de caña de azúcar en la ciudad de Pimentel, Chiclayo”, con objetivo principal de diseñar concreto utilizando material reutilizado como la ceniza de bagazo con el fin de optimizar la propiedad mecánica de resistencia de un concreto diseñado para 210 Kg/cm^2 . La metodología que aplicó fue recolectar ceniza de bagazo de una agroindustrial y adicionar en 0%, 8%, 10% y 15%. Los resultados demostraron que con el incremento porcentual de incorporación de ceniza la propiedad de resistencia a la compresión axial disminuye. Concluyó que a los 28 días de curado, al agregar 8% de la ceniza de bagazo de caña se obtuvo un 11% de ganancia en la propiedad estudiada en función al concreto patrón.

Coronel Camino [35] en su investigación de pregrado titulada: "Uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como reemplazo puzolánico porcentual en la fabricación de concreto estructural", cuyo objetivo fue la evaluación de la utilización de ceniza obtenida de bagazo de la caña (CBCA) como sustituto porcentual dentro de la elaboración de concreto. Su metodología aplicada fue utilizar la ceniza proveniente de una azucarera y diseñar concreto para resistencias 280 y 350 Kg/cm² con dosificaciones de 0% ,5%, 10% y 15%. Los resultados mostraron que la pérdida por calcinación es de más del 85%, en las características químicas se tiene que el óxido de silicio fue cercano al 50%; el asentamiento, la resistencia a la flexión y a la compresión disminuyeron junto con el incremento de la dosificación. Concluyó que la sustitución de ceniza no mejora la propiedad de resistencia a la compresión, pero se mejora el módulo de elasticidad así como la propiedad de flexión. Recomienda analizar porcentajes menores al 5% de ceniza y mayores tiempos de curado.

Vásquez Vidaurre [36] en su tesis de pregrado "Evaluación De Las Propiedades Del Concreto Con Puzolana Obtenido Del Bagazo De Caña De Azúcar, ciudad de Cayalti, Lambayeque", tuvo el objetivo de evaluar las cualidades de un concreto con ceniza adquirida de bagazo de caña. La metodología fue caracterizar la ceniza antes mencionada, realizar el análisis químico, fabricar concreto con adiciones de 0, 5%, 10% y 15% con resistencias de 175, 210 y 280 Kg/cm² y ensayar la resistencia a la flexión, el módulo elástico y compresión. Sus resultados demostraron que se tuvo un incremento en las propiedades mecánicas ensayadas con respecto al patrón. Concluyó que agregando 5% de ceniza se puede enriquecer las propiedades mecánicas del concreto en estudio. Recomienda evaluar la ceniza obtenida en otras localidades.

Según la información antes mencionada, la producción de ceniza de bagazo en las empresas azucareras es un grave problema ambiental que genera grandes cantidades de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero, además, el uso de cemento en la construcción también contribuye significativamente a la huella de carbono del sector; por

lo que es esencial encontrar alternativas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Este trabajo de investigación se enfoca en el uso de CBCA como una posible solución para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto y reducir el uso de cemento, dado que el uso de CBCA no solo puede ayudar a reducir la cantidad de residuos generados por la industria azucarera, sino que también puede mejorar la calidad del concreto y reducir su impacto ambiental en general, incluso, el uso de CBCA puede ser una alternativa más económica y eficiente en comparación con los métodos actuales de eliminación de la ceniza. La importancia de esta investigación radica en su potencial impacto en la sostenibilidad ambiental y económica de la industria azucarera y de la construcción, así mismo, los resultados de esta investigación pueden tener implicaciones más amplias en otros campos donde se utilizan materiales de construcción similares.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar?

1.3. Hipótesis

La adición de CBCA en las proporciones de 2%, 4%, 6%, 8% en peso, mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar.

Objetivos Específicos

- Estimar las propiedades físicas de los agregados fino y grueso en cuatro canteras.
- Obtener la ceniza de bagazo de caña de azúcar y evaluar sus propiedades respectivas.
- Evaluar las características físicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
- Evaluar las características mecánicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

1.5. Teorías relacionadas al tema

El Concreto

Es producto de la mezcla homogénea de agregado fino y agregado grueso, solidificados por una reacción de material cementante con agua y si es necesario, aditivo. Dicha mezcla es diseñada de acuerdo a las cualidades de tipo física de los agregados, del mismo modo el tipo de cemento y sus especificaciones, la resistencia requerida, las condiciones del entorno (clima, temperatura), entre otros. [37, p. 38] describe que se pueden modificar algunas de las características mecánicas y propiedades físicas del concreto si se utilizan aditivos y microfibras en sus estados fresco o endurecido.

Los agregados fino y grueso, son provenientes de dos fuentes naturales: canteras y depósitos pluviales. Los agregados se deben a un conjunto de descomposiciones progresivas de grandes masas de roca. Solís y Alcocer [38] agregan que los agregados son cerca de los 3/4 del volumen total de la mezcla del concreto, entonces su porosidad tiene una gran influencia en la mezcla para el concreto.

Componentes

Agregado Fino.

Según Palacio et al. [39], el agregado fino es un material granular que actúa como relleno, ya que junto con el agregado grueso ocupan un 60-70% de volumen del concreto; además de dar trabajabilidad a la mezcla del concreto.

INACAL (2018) en la norma [40] describe que el agregado fino es una arena artificial o natural en cuyo análisis granulométrico debe pasar entre el 95% a 100% por la malla N° 4 y entre 0% a 7% máximo por la malla N° 200. Por otra parte, también describe que, si no se cumple con el requerimiento de la granulometría, se debe asegurar que el concreto cumpla con las propiedades para el que ha sido diseñado.

Así mismo, de acuerdo con INACAL (2018), es importante tener en consideración que el agregado fino utilizado en la construcción no debe contener impurezas inorgánicas perjudiciales en su composición. Y que de ser necesario debe cumplir con las condiciones para la acción hielo-deshielo.

Agregado Grueso.

INACAL (2018) en la norma [40] describe que puede ser piedra triturada o piedra natural y cuyo tamaño es mayor al de la malla de N° 4 (4.75mm). Además, en los requisitos que detalla debe cumplir con uno de los quince husos granulométricos y si no cumplen, debe asegurarse que el concreto que se produzca cumpla con lo estipulado.

Así mismo, Martínez y Mendoza [41] agregan que se puede utilizar el concreto premezclado reciclado y triturado, obteniendo el nombre de agregados reciclados. Y si se controla su granulometría, se pueden producir mezclas de calidad.

Cemento.

P. Zaniewski y S. Mamlouk [42] describen que es un material conglomerante fabricado que interactúa con el agua y se endurece por el proceso de hidratación. Está compuesto en su mayoría por silicato tricálcico (C3S). El cemento de tipo I es ampliamente

utilizado en el ámbito de la construcción debido a su versatilidad y diversidad de usos en esta industria.

Ma et al. [43] señalan que el cemento Portland contiene CaO (óxido de calcio) en más del 60% y en aproximadamente el 20% de SiO₂ (dióxido de silicio) y que estos compuestos químicos son importantes para permitir el fraguado del cemento.

Agua.

El agua tiene la función de generar la reacción química al cemento. La relación a/c (agua/cemento) o "w/c" en inglés, es importante para asegurar la resistencia y duración de un concreto. Al diseñar una mezcla no se debe considerar la adición de demasiada agua porque esta le quita resistencia al concreto. Además, el agua debe ser limpia de impurezas para evitar que sus propiedades (contaminadas) afecten al concreto, como por ejemplo el contenido de sales. Como mencionan Cruzado y Li [44, p. 13], las aguas superficiales son las más contaminadas generalmente y si es necesario, debe ser tratada para utilizarse en la elaboración de concreto.

Así mismo, Bedoya y Medina [45] relatan que el agua de lluvia es una opción viable para la preparación de concreto, lo que puede fomentar el uso de este recurso natural en la construcción.

Fibras Naturales.

Las fibras son una fuente renovable debido a que la gran mayoría se desechan y al reciclarlas contribuimos con el medio ambiente. La integración de fibras naturales en el concreto mejora ciertas propiedades como la facilidad de manejo del material y su capacidad de resistencia. Aunque algunas fuentes también describen que una de las posibles desventajas es la durabilidad [46].

Caña de Azúcar.

"Saccharum officinarum" es la nomenclatura científica para la caña de azúcar, que es una gramínea tropical (también conocida como poácea) que alberga una gran cantidad de sacarosa en su tallo. La planta se cosecha después de aproximadamente 1 año, que

posteriormente es procesada por la planta agroindustrial o también llamada ingenio, donde se almacena, limpia y se extrae el jugo. La fibra resultante de la extracción del jugo se le conoce como bagazo y se suele utilizar como combustible [47].

En las 3 regiones del Perú se cultiva la caña que por medio de un proceso industrial se obtiene el azúcar; pero en los departamentos donde existe mayor concentración de cultivo y producción de caña son Lambayeque y La libertad [48].

Bagazo extraído de la Caña De Azúcar.

El bagazo es una fibra natural considerada como residuo, y está compuesto por humedad en casi la mitad del material. Al analizar el bagazo seco, este contiene aproximadamente 50% de oxígeno, 44% de carbón, 6 % de hidrógeno y una pequeñísima parte de ceniza Acuña y Caballero [49].

Por su fácil obtención y sus componentes, puede usarse como fibra de refuerzo, pero debe tenerse en cuenta que es un material poroso y puede ser un factor en la relación agua – cemento [50].

Puzolana.

Según Bessenouci et al. [51] la puzolana es un material de aluminosilicato no aglutinante, es decir, que no se adhiere a otro cuerpo. En existencia de humedad y a temperatura ambiental, este compuesto reacciona de forma química con la cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) para producir sustancias con cualidades aglutinantes. Además, la puzolana es de dos tipos: puzolana natural, por ejemplo, las rocas sedimentarias, volcánicas y metamórfica, y también puzolana artificial, por ejemplo, subproductos industriales, entre estos tenemos el humo de sílice o comúnmente llamada microsílíce y las cenizas volantes.

Cenizas de Bagazo de Caña de Azúcar.

La CBCA es el resultado de la combustión controlada del residuo de la caña de azúcar conocido como bagazo. Factores como dimensiones de partículas, la temperatura en la que se produce combustión y sus sustancias químicas influyen en la capacidad

puzolánica de la ceniza. La CBCA, por ejemplo, es rica en sílice, lo que le proporciona estas propiedades aglutinantes Acuña y Caballero [52].

Así también, Palma et al. [53] muestra que la ceniza obtenida de bagazo de caña está compuesta químicamente en promedio un 50% de SiO₂ (dióxido de sílice) y alrededor de 30% entre Fe₂O₃ (trióxido de dihierro) y Al₂O₃ (trióxido de dialuminio o alúmina).

Tabla I

Composición química de la CBCA

País / Compuesto	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	MgO	SO₃	Na₂O	K₂O	LOI
Tailandia	54.71	5.31	3.90	12.47	1.07	1.46	0.22	1.21	19.52
India	65.29	1.51	1.70	6.96	1.77	3.99	0.22	8.31	21.00
Brasil	59.24	5.94	2.66	2.55	2.22	0.97	0.38	1.67	22.98
México	51.66	9.92	2.32	2.59	1.44	–	1.23	2.10	24.15

Nota: Adaptado de Li et al. [54].

Esto se puede corroborar en la Tabla 1, donde se muestra un promedio de los porcentajes obtenidos de la composición química de acuerdo a investigaciones realizadas en Tailandia, India, Brasil y México. LOI (Loss on ignition) es la pérdida en porcentaje de peso entre la materia prima y el producto.

Ensayos a la ceniza.

Actividad puzolánica.

Tole et al. [55] describen que la actividad puzolánica se puede evaluar por medio del Índice de Actividad de Fuerza (SAI), el mismo que es un método indirecto que utiliza los datos observados en el ensayo de laboratorio de compresión axial en el mortero, entre la adición de la ceniza y el patrón. Este es un índice que se representa en porcentaje.

De manera similar Chidanand Patil et al. [56] describen que el procedimiento es elaborar mortero adicionando ceniza en porcentajes, siendo entonces el mortero compuesto por arena, cemento y agua. Luego realizar el ensayo de compresión al mortero.

Fórmula I

Índice de actividad puzolánica

$$IAS = \frac{\text{Resultado de la resistencia a la compresión en muestra con adición}}{\text{Resultado de la resistencia a la compresión en muestra patrón}}$$

El índice de actividad puzolánica se calcula como se presenta en la Fórmula 1. Mientras el IAS se acerque a 1, significa que mayor es su actividad puzolánica.

Densidad.

La norma [57], establece que la ceniza que es considerada como una puzolana debe calcularse la densidad de acuerdo a la [58], así como seguir los procedimientos de elaboración de ensayo según MTC E 610, para evaluar la densidad del cemento Portland mediante el Frasco De Le Chatelier.

Según la norma NTP 334.005 [58], este ensayo consiste en llenar el frasco de Chatelier con kerosene libre de agua, incorporar cemento en proporciones pequeñas hasta colocar aproximadamente 64 g. Luego colocar un tapón y girar en círculo de forma horizontal, con el fin de liberar el aire. Finalmente colocar el frasco a una temperatura constante. El volumen del líquido que fue desplazado permitirá calcular la densidad de la ceniza.

Índice de calcinación.

El índice de calcinación o pérdida por calcinación (“loss on ignition” en inglés) es un porcentaje que depende de la cantidad de materia prima y el producto de este después del quemado respectivo. La norma americana [59] describe el procedimiento para la obtención de esta propiedad en las cenizas volantes.

Fórmula II

Índice de calcinación

$$\text{Índice de calcinación} = \frac{\text{Peso final (ceniza)}}{\text{Peso inicial (bagazo)}} * 100\%$$

Nota: Adaptado de [59].

La **Fórmula 2** es una forma simplificada de la norma citada anteriormente.

Estudio De Canteras

Conceptos.

Una cantera es un espacio geográfico de donde se extraen los agregados en su estado natural para que sean usados en la construcción, generalmente la extracción es a cielo abierto. Estas deben tener accesibilidad, calidad, rendimiento, situación legal adecuada, entre otros [60, p. 12].

Se pueden identificar distintos tipos de canteras de acuerdo a su ubicación de extracción como las que se ubican en terrenos horizontales, las que se encuentran en laderas, las supercanteras y las canteras subterráneas. [61].

El análisis de canteras implica el estudio de distintas características como la ubicación, accesibilidad, calidad de los materiales, así como una serie de pruebas que permiten definir las propiedades de los agregados con el fin de ser considerados dentro del diseño de mezcla. Esto tiene que asegurar la calidad requerida de los materiales. [62]

La NTP E.060, recomienda que los agregados que no tengan un correcto registro pueden ser aprobados por la Supervisión, siempre y cuando se consideren convenientes y que se realicen ensayos de control. [63]

Otro concepto importante es el diseño de explotación, que es un conjunto de procesos que tienen el fin de explotar los agregados y aprovecharlos de la mejor manera. [64, p. 30]

Ensayos De Laboratorio Del Estudio De Canteras.

El [65] es el encargado de homogenizar los procedimientos y métodos para la elaboración de los ensayos. En el análisis de canteras, algunos de los ensayos que se realizan a los agregados son: peso unitario y vacíos de los agregados de acuerdo a la norma peruana MTC E 203, análisis por granulometría de los agregados gruesos y finos según MTC E 204, las propiedades de: gravedad específica y absorción de los agregados

finos, según MTC E 205; y el peso específico y absorción de los agregados gruesos, según MTC E 206.

Peso unitario.

Según [66] el peso unitario consiste en calcular la densidad total, es decir, relación entre peso y volumen. Se deben realizar con el material suelto y también compactado. Con este ensayo se calcula también el volumen de vacíos.

Análisis granulométrico.

Para Tomas Llamo [67], el análisis granulométrico por tamizado permite dividir una muestra en fracciones con elementos del mismo tamaño. En otras palabras, consiste en fraccionar y agrupar la muestra de los agregados, con el fin de clasificar el huso granulométrico según la normativa peruana, con mallas o tamices ya definidos. Se deben cumplir condiciones y especificaciones que se definen en el manual de ensayos [65].

Gravedad específica en agregado fino.

Según [68], la gravedad específica también llamada densidad relativa es utilizada para calcular el espacio que ocupa el agregado en la composición del concreto, tomando en cuenta un volumen absoluto como referencia. De este ensayo se calcula también la absorción de los agregados, dado que la muestra se sumerge en agua durante un día.

Peso específico en agregado grueso.

Según [65] el peso específico o masa específica de los agregados gruesos tiene otro procedimiento de ensayo diferente a la gravedad específica en el agregado fino, dado que se pesa mientras el material está sumergido. El cálculo es el mismo que la gravedad específica.

Diseño de Mezclas

Conceptos.

Kosmatka et al. [69] comentan que una pasta o mezcla es un conjunto de materiales adicionados en orden específico y en proporciones calculadas o estimadas. Se trata de un procedimiento riguroso que implica el cálculo preciso de las proporciones de los materiales

necesarios para lograr una resistencia determinada del concreto. Este proceso se conoce como diseño de mezclas de concreto y sigue un enfoque sistemático. Este cálculo se basa en factores como la ubicación geográfica, clima, tipo de cemento, propiedades de los agregados, humedad y absorción, entre otros. Al final del proceso, se determinan las cantidades suficientes de cemento, agregados fino y grueso, y agua, ya sea por peso o volumen.

Muciño y Santa Ana [70], mencionan que el concreto debe poseer como mínimo las siguientes características:

- Concreto en condición fresca: cohesión y trabajabilidad.
- Concreto en condición endurecida: durabilidad y resistencia.
- Debe ser lo más económico posible, pero sin afectar las características antes descritas.

Método Para El Diseño De Mezclas.

Uno de los métodos más utilizados es el Comité ACI 211 (American Concrete Institute), que consiste en una secuencia de procedimientos donde se toman las condiciones y características de los materiales a ser usados. Dentro de ellos, también existen requerimientos de asentamiento, tamaño máximo del agregado grueso, contenidos de agua y aire incorporado, humedad de los agregados, entre otros Enriquez y Shimabukuro [71].

Laura Huanca [72], describe los pasos en un diseño de mezclas según el método antes definido, como sigue:

1. Evaluación de los requerimientos de acuerdo a planos y especificaciones. En este se define el uso del concreto de acuerdo al elemento estructural para el que será diseñado. Se debe tomar en cuenta el contacto con el suelo.
2. Resistencia promedio asumida (f'_{cr}). Dado que es una resistencia teórica, se incrementa la resistencia a compresión a diseñar.

3. Revenimiento de acuerdo al tipo de construcción. Este dato es importante pues resume de cierta forma la trabajabilidad de la mezcla.
4. Tamaño máximo nominal obtenido en la granulometría del agregado grueso.
5. Estimación del agua para el mezclado y porcentaje de aire de acuerdo a tablas.
6. Relación agua/cemento, tanto por las tablas de durabilidad y resistencia, debido al tipo de cemento y otros factores.
7. Cantidad de cemento.
8. Cálculo de contenido de agregados.
9. Corrección por absorción y humedad.
10. Relaciones en peso, volumen o tanda. Generalmente por volumen o peso, teniendo una forma como sigue: Cemento (C) : Agregado Fino (AF): Agregado Grueso (AG) / Agua (A).

Ensayos de Laboratorio al Concreto

Conceptos.

Para [73], los ensayos que se realizan al concreto permiten verificar la durabilidad y calidad del concreto a utilizarse en diversas construcciones. Es así que los ensayos de laboratorio permiten conocer las propiedades para la mezcla diseñada, donde se espera que la propiedad de resistencia del concreto, en esencial la compresión, sea la misma que fue diseñada de acuerdo a las cantidades calculadas de sus componentes. La muestra representativa es ensayada en sus estados fresco y endurecido.

Ensayos al concreto en su condición fresca.

En este estado, dado que el concreto es un conglomerante hidráulico, su plasticidad permite que durante un período corto se pueda manipular dicha mezcla. Durán y Peña [74].

Durante este estado, [75], describe que se pueden realizar ensayos como:

- Revenimiento
- Peso unitario (Densidad)
- Contenido o porcentaje de aire.

Así mismo, otra propiedad importante es la temperatura del concreto.

Slump o Asentamiento.

Para [76], también llamado revenimiento, es un ensayo que consiste en verificar la consistencia del concreto cuando se encuentra en estado fresco, es decir, su capacidad de moldearse a una superficie con facilidad manteniendo la homogeneidad de la mezcla.

Peso unitario en el concreto.

[77] describe que el peso unitario también llamado peso específico de un concreto se calcula dividiendo su peso por su volumen, siendo para el concreto convencional entre 2200 y 2400 kg/m³.

Temperatura del concreto.

Según [78] el control de la temperatura del concreto es importante pues el comportamiento del concreto frente a un clima cálido puede ser perjudicial para el concreto, problemas como incremento de agua, pérdida de slump, mayor tasa de endurecimiento son solo algunas de las consecuencias. Para la norma [79], la temperatura del concreto en estado fresco no tiene que ser mayor a 32 °C.

Ensayos al concreto en su condición endurecida.

Estos, permiten definir la calidad de las propiedades y características del concreto, mediante un conjunto de procedimientos definidos. Para Valencia e Ibarra [80] pueden clasificarse en dos tipos: ensayos no destructivos y ensayos destructivos.

Esta investigación se enfocará en los ensayos destructivos, como son los ensayos de resistencia a la flexión, tracción, compresión y módulo elástico.

Resistencia a la compresión axial.

[81] define esta propiedad como una característica esencial del concreto, dado que es la capacidad de soportar una fuerza en una superficie, en otras palabras, un esfuerzo. Las muestras para este ensayo son cilindros y al someterlos a una carga axial, el esfuerzo resultante es conocido como resistencia a la compresión y la abreviatura que se utiliza para representarlo es: f_c .

Resistencia a la flexión.

[82] define que la resistencia a la flexión se refiere a la cualidad de una viga para soportar una carga central con dos apoyos simples o dos cargas de igual magnitud ubicadas en puntos tercios. Es una medida de la resistencia de la viga a doblarse o romperse bajo la aplicación de una fuerza. Técnicamente, el resultado de este ensayo está dentro del 10 al 20% de la resistencia a la compresión axial.

Resistencia a la tracción indirecta.

Otazzi [83] detalla que la resistencia a la tracción directa es una magnitud no estable, pues puede variar entre el 8 y 15% de la resistencia a la compresión. Sin embargo, su importancia radica en la resistencia al corte, por ejemplo, en la fisuración por temperatura o retracción. En este ensayo la muestra es una probeta con dimensiones variables y pueden utilizarse distintos métodos, pero estos no están normalizados.

Coefficiente De Poisson.

Para Carrillo et al. [84], este coeficiente es una relación de deformaciones transversales y longitudinales, dentro del límite elástico. Puede medirse por medio de dispositivos compresómetros o extensómetros.

Según Sánchez et al. [85], el extensómetro permite la medición de desplazamientos verticales y horizontales de las probetas. La relación de Poisson generalmente es un valor constante de 0.20. En otras palabras, la deformación transversal es un 20% de la deformación longitudinal [86].

Gutiérrez y Cala [87] comentan que el valor representativo que se toma es 0.2, pero que los valores varían entre 0.15 – 0.25. Por lo que se puede tomar este valor promedio.

Módulo De Elasticidad.

Serrano y Pérez [88], describen que el módulo elástico o de elasticidad es una proporción del esfuerzo y la deformación de un material, las deformaciones se calculan de acuerdo a las medidas transversales y longitudinales antes y después del ensayo de compresión.

Carrillo et al. [89] agregan que, para calcular el módulo de elasticidad, las muestras cilíndricas se sujetan en dos transductores en la disposición de la altura. Los valores se obtienen por medio del análisis de las curvas esfuerzo-deformación.

Carbajal et al. [90] comentan que la rigidez de un elemento estructural también se debe tomar en cuenta al diseñar las estructuras, dentro de otras propiedades como ductilidad, resistencia, entre otros. Dichas propiedades se definen mediante ensayos de laboratorio.

Bruno y Peralta [91] resumen que la Ley de Hooke describe que una fuerza aplicada es proporcional a su deformación multiplicada por su módulo elástico y establece una función de esfuerzo-deformación, pero en su comportamiento elástico. De esta forma, se puede estimar un módulo de elasticidad que representa de cierta forma la resistencia de un material, entendiéndose que es una función entre el esfuerzo y la deformación.

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Para Sousa et al. [92] los tipos de investigación pueden tener enfoques cualitativos y cuantitativos, teniendo que el tipo cualitativo se inicia con una suposición donde se conoce poco sobre un tema, mientras que el tipo cuantitativo permite que el conocimiento se obtenga mediante observación, interpretación y medición.

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada y se utiliza un enfoque cuantitativo, dado que se busca comprender qué sucede cuando se adiciona CBCA en el concreto.

Diseño de investigación

Veiga de Cabo et al. [93] describen que los estudios descriptivos se limitan a describir fenómenos y no pretenden buscar una causal. Mientras que los estudios analíticos buscan relacionar un causal de acuerdo a dos fenómenos y además debe ser controlado.

De acuerdo al número de variables esta investigación es descriptiva dado que se describen cómo las propiedades del concreto cambian cuando es agregada la ceniza de bagazo de caña.

Manterola et al. [94] comentan que los estudios experimentales se determinan con el efecto de una o más intervenciones, generalmente a manera de comparación, recolectando datos y realizando seguimiento al estudio.

El diseño del presente trabajo de investigación es experimental (X-Y), dado que se analizan los resultados según los ensayos ejecutados para caracterizar física y mecánicamente el concreto adicionado con CBCA. Teniendo en cuenta la estructura consiguiente:

$$X \rightarrow Y$$

$$G_1 \rightarrow P_x \rightarrow R_x$$

$$G_2 \rightarrow P_{x_1} \rightarrow R_{x_1}$$

$$G_3 \rightarrow P_{X_2} \rightarrow R_{X_2}$$

$$G_4 \rightarrow P_{X_3} \rightarrow R_{X_3}$$

$$G_5 \rightarrow P_{X_4} \rightarrow R_{X_4}$$

Siendo:

G_1, G_2, G_3, G_4, G_5 : Grupo de pruebas.

P_x : Muestra patrón convencional con 0% de adición de CBCA.

$P_{X_1}, P_{X_2}, P_{X_3}, P_{X_4}$: Muestras con adición de 2%, 4%, 6% y 8% de CBCA respectivamente.

R_x : Resultados de la adición de CBCA en porcentajes antes mencionados.

2.2 Variables, Operacionalización

Para [95], una variable es una cualidad, propiedad o característica registrada de la que se puede conseguir valores y además puede ser medida o cuantificada. Además, describe que una variable dependiente es la que es posible resultado o efecto de la variable independiente, mientras que una variable independiente es aquella que causa presencia o manifestación de la variable dependiente.

En esta investigación, los tipos de variables son:

Variable independiente: Ceniza de Bagazo de la Caña de Azúcar (CBCA).

Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del Concreto adicionado con CBCA.

Tabla II

Variable independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Variable independiente: Cenizas obtenidas de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA)	Según Jara et al. [52], la CBCA es el resultado de la combustión controlada del residuo de la caña de azúcar conocido como bagazo.	La CBCA se obtendrá por medio de un proceso de quemado, molienda y tamizado a diferentes temperaturas, que una vez definida la temperatura óptima, se procederá a caracterizarla.	Proceso de obtención de la CBCA	Quema de la ceniza	Temperatura	Horno y Picnómetro	°C	Numérica	Razón
			Preparación de la CBCA	Uniformidad de la ceniza	Textura	Molino de bolas y Tamiz	-		
			Caracterización de la CBCA	Propiedades físico-mecánicas	Índice puzolánico	Informe de laboratorio	kg/cm ²		
					Índice de calcinación		%		
Densidad	kg/cm ³								

Nota: Operacionalización de la variable independiente.

Tabla III

Variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del Concreto adicionado con CBCA	Se refiere a las propiedades que tiene el concreto y que se estudian en sus estados fresco y endurecido para definir su trabajabilidad y durabilidad.	Las propiedades del concreto se obtendrán de acuerdo a los ensayos normalizados, considerando la adición de CBCA en función al peso del cemento.	Caracterización de los agregados	Propiedades físico-mecánicas	Granulometría	Informe de laboratorio	-	Numérica	Razón
					Contenido de humedad		%		
					Peso específico		Kg/cm ³		
					Peso unitario		Kg/cm ³		
					Peso unitario		Kg/cm ³		
			Revenimiento o Slump	Cm					
			Temperatura	°C					
			Módulo de elástico y coeficiente de Poisson	Informe de laboratorio	Kg/cm ²				
			Resistencia a la compresión axial		Kg/cm ²				
			Resistencia a la tracción indirecta		Kg/cm ²				
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²								
			Caracterización del concreto adicionado	Propiedades físico-mecánicas					

Nota: Operacionalización de la variable dependiente.

La variable independiente (Ceniza obtenida de bagazo de la caña de azúcar), empieza con el procedimiento de extracción de la ceniza, su preparación y la caracterización debida, como se aprecia en la Tabla 2.

En la variable dependiente (propiedades del concreto adicionado con CBCA) es la que sufrirá un efecto debido a la variable independiente. Esta consta de la caracterización de los agregados y del concreto adicionado, como se aprecia en la Tabla 3.

2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Según lo expresado por Arias et al. [96], la población en cuestión se refiere al grupo de casos que está accesible, definido y limitado, del cual se seleccionará una muestra representativa para llevar a cabo una investigación y esta debe cumplir con ciertos criterios específicos.

En esta investigación, la población son todos los elementos de prueba para los ensayos de caracterización regidos por las N.T.P. y ASTM que permiten evaluar las características de los agregados y el concreto.

Muestra

Otzen y Manterola [97] describen que el propósito de tomar una muestra es analizar las relaciones entre una variable y una población, sin embargo, la muestra solo puede ser representativa si se selecciona al azar. En este estudio, se considera como muestra a los testigos cilíndricos y vigas diseñadas con dos niveles de resistencia a la compresión axial, tanto para 210 Kg/cm² como 280 Kg/cm². La comparación de las muestras de concreto adicionado se realizó en función al concreto patrón o convencional.

Tabla IV

Muestras para ensayos de compresión y tracción

Resistencias	Porcentaje de adición de CBCA	Edades			Ensayos: compresión y tracción
		7 días	14 días	28 días	
f'c = 210 Kg/cm²	0% (Patrón)	3	3	3	18
	2%	3	3	3	18
	4%	3	3	3	18
	6%	3	3	3	18
	8%	3	3	3	18
	Sub total de muestras				
f'c = 280 Kg/cm²	0%(Patrón)	3	3	3	18
	2%	3	3	3	18
	4%	3	3	3	18
	6%	3	3	3	18
	8%	3	3	3	18
	Sub total de muestras				
Total de muestras cilíndricas					180

Nota: Las muestras de compresión incluyen en sí el ensayo de módulo elástico.

Las muestras para los ensayos de compresión y tracción serán cilindros de 15x30 cm y se ilustran en la Tabla 4, las edades de curado son tres: 7, 14 y 28 días y son 3 probetas por edad. La adición del 0% de CBCA es el concreto patrón y se adicionará la CBCA en diferentes porcentajes, siendo 2, 4, 6 y 8 con respecto al cemento en peso. Se realizarán diseños de mezclas según las resistencias a la compresión: 210 Kg/cm² y 280 Kg/cm². Las muestras para la prueba de compresión serán utilizadas también para el módulo de elasticidad.

Tabla V

Prismas para ensayo de flexión

Resistencias	Porcentaje de adición de CBCA	Total flexión (7, 14 y 28 días)
f'c = 210 Kg/cm²	0% (Patrón)	9
	2%	9
	4%	9
	6%	9
	8%	9
	Sub total	45
	f'c = 280 Kg/cm²	0% (Patrón)
2%		9
4%		9
6%		9
8%		9
Sub total		45
Total de prismas rectangulares		

Nota: Los prismas rectangulares serán tomados para los días de curado descritos.

Las muestras para el ensayo de flexión serán prismas rectangulares de 15x15x45 y se muestran en la Tabla 5. Las edades de rotura son 7, 14 y 28 días. Cabe recalcar que se vio necesario realizar ensayos para las tres edades con el fin de analizar la evolución de la resistencia a la flexión. De igual forma que en los ensayos de tracción y compresión, se elaborarán muestras para el concreto control o patrón, también para las muestras adicionadas en cuatro porcentajes y para dos resistencias a la compresión antes descritos.

Muestreo

Para Otzen y Manterola [98], el muestreo evalúa las dependencias de una variable con respecto a una población, esperando que la muestra escogida sea representativa en

el estudio. Además, comenta que las técnicas de muestreo o los criterios de selección pueden ser aleatorio simple, estratificado, sistemático o por conglomerados.

En esta investigación se optó por utilizar un criterio de selección simple, pues las muestras incluidas son las que deben contener la adición de CBCA en las proporciones definidas.

Criterios de selección

De acuerdo a Arias et al. [99], los criterios de selección deben ser definidos en la investigación con el fin de decidir qué requisitos debe cumplir una muestra para ser incluida, excluida o eliminada en un estudio.

En la presente investigación se consideró como criterios que las muestras deberán cumplir con las normativas peruanas y americanas para la elaboración del concreto, según el diseño de mezclas elaborado por el Comité ACI 211, así como las características de los materiales para la elaboración del concreto.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y

confiabilidad

Las técnicas de toma de datos en la presente investigación son la observación y el procesamiento de datos obtenidos.

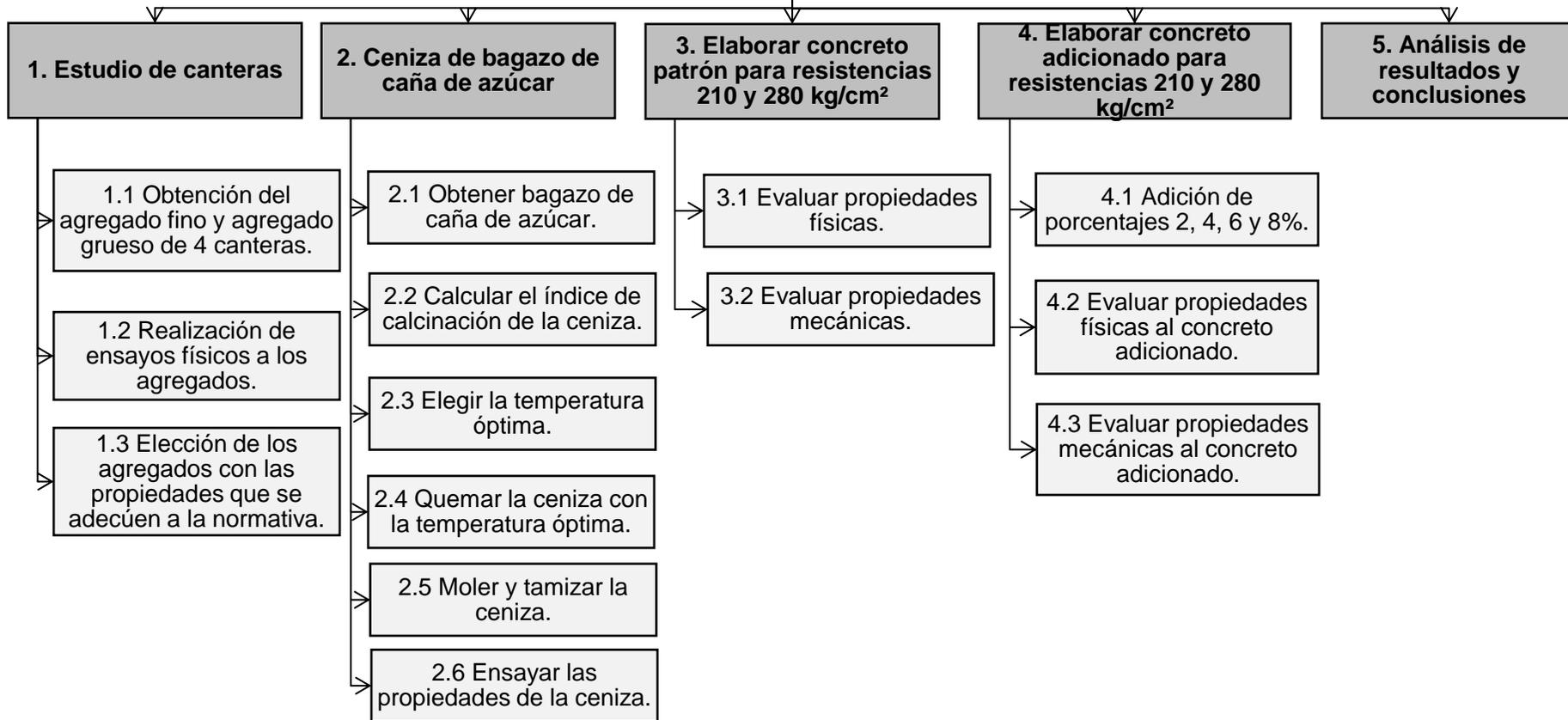
Así mismo, los instrumentos conforman todos los equipos y normativa que se utilizaron para la realización de los ensayos que se resumen en los informes del laboratorio LEMS W&C EIRL.

La confiabilidad es la precisión con la que se miden las variables y la validez es la verificación de si el instrumento es capaz de medir lo que se desea cuantificar en un trabajo de investigación [100]. La confiabilidad en esta investigación depende de la calibración de todos los instrumentos y equipos del laboratorio. La validez de los ensayos depende de la normatividad empleada en la ejecución de los ensayos, según la Norma Técnica Peruana (NTP) y la normativa estadounidense American Society for Testing and Materials (ASTM).

2.5 Procedimiento de análisis de datos

El siguiente diagrama proporciona un resumen de los procedimientos llevados a cabo para llevar a cabo esta investigación. Seguidamente, se proporcionará una descripción más precisa de manera individual de los elementos que conforman el diagrama de flujo.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS



Descripción de procesos

En el esquema anterior, se resumen cada uno de los procesos que se realizaron para hacer posible esta investigación. A continuación, se describen a mayor detalle cada uno de los puntos del diagrama de flujo.

Estudio de canteras

Obtener agregado fino y agregado grueso de 4 canteras.

El agregado fino o arena amarilla y el agregado grueso o piedra chancada fueron conseguidos de cuatro canteras para realizar los ensayos en laboratorio. Las canteras fueron: Castro I (distrito de Zaña), Ferreñafe (distrito de Ferreñafe), La Victoria en la localidad de Pátapo y Pacherras (distrito de Pucalá); todas emplazadas dentro del ámbito de Lambayeque.



Fig. 1. Agregados obtenidos de la Cantera Castro I.



Fig. 2. Agregados obtenidos de la Cantera Ferreñafe.



Fig. 3. Agregados obtenidos en Cantera La Victoria

Nota: Fotografía tomada en la cantera mencionada.



Fig. 4. Agregados obtenidos de las cuatro canteras.

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se ilustran los diferentes agregados obtenidos de las canteras antes mencionadas.

Realizar ensayos físicos a los agregados.

Los ensayos físicos que se efectuaron a los agregados son los que se refieren a posteriori:

- Análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos de acuerdo a las normas NTP. 400.012 y MTC E 204.
- Gravedad específica y absorción de agregados finos según las normativas NTP 400.021 y MTC E 205.
- Peso específico y absorción de los agregados gruesos según las normativas NTP 400.022 y MTC E 206.
- Peso Unitario y Vacíos de los Agregados de acuerdo a las normativas NTP 400.017 y MTC E 203.



Fig. 5. Ensayo de Granulometría en agregados.



Fig. 6. Ensayo de absorción y gravedad específica en agregado fino.



Fig. 7. Absorción y peso específico en agregado grueso.



Fig. 8. Peso unitario en agregados.

En las Figuras 5, 6, 7 y 8 se presentan los ensayos realizados a los agregados descritos líneas arriba.

Elegir los agregados con las propiedades que se adecúen a la normativa.

De acuerdo a las propiedades ensayadas a los agregados de las cuatro canteras, se escogerá el que mejor se adecúe a la normativa. Uno de los ensayos más importantes en el análisis granulométrico.

Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Obtener bagazo de caña de azúcar.

El bagazo fue recolectado en Chancay, una zona ubicada en la provincia de Santa Cruz perteneciente al departamento de Cajamarca. En este lugar, la caña de azúcar es triturada para obtener guarapo (jugo de caña) que en un posterior tratamiento sirve para el llonque (bebida alcohólica). Esta caña triturada sin jugo es el bagazo. El bagazo se trasladó en estado semi seco hasta un horno ubicado en el distrito de Pátapo, para el secado y quemado del mismo.



Fig. 9. Quema de Bagazo de Caña a diferentes temperaturas.



Fig. 10. Control de temperaturas y ceniza resultante.

En las Figuras 9 y 10 se presentan la quema y el control de temperatura del bagazo para la obtención de la CBCA.

Calcular el índice de calcinación de la ceniza.

La **Fórmula 2**, descrita líneas arriba, fue utilizada para calcular el porcentaje al calcinar bagazo con el fin de obtener CBCA, de esta manera se puede estimar la cantidad de bagazo a usar en la presente investigación que luego será convertido en ceniza.

Elegir la temperatura óptima.

Para Dal Molin Filho et al. [16], la ceniza puede quemarse entre 573°C y 700°C, mientras que [12] recomiendan quemar entre 400°C – 800°C para permitir que las propiedades puzolánicas de la ceniza sean óptimas. En esta investigación se consideró quemar en 550, 600, 650 y 700 °C.

Para cada temperatura de quema se elaboraron 9 cubos de mortero de 5 cm, es decir, un total de 36 cubos con edades de 7, 14 y 28 días de curado. Previamente se realizó el ensayo de fluidez según la norma MTC E616, partiendo de una relación a/c = 0.70, agregado fino tamizado por la malla N° 04 y cemento Pacasmayo Tipo I.



Fig. 11. Fluidez y desencofrado de cubos.



Fig. 12. Muestras de ensayo y colocación en máquina para resistencia a la compresión.

Las Figuras 11 y 12 muestran el proceso seguido para obtener la temperatura óptima.

Quemar la ceniza con la temperatura óptima.

Con la temperatura establecida, se procede a la quema de todo el material.

Moler y tamizar la ceniza.

Con la ceniza obtenida, se procede a moler en un Molino de Bolas, que consiste en un recipiente en forma de cilindro donde se colocan bolas de diámetro aproximado de 5 cm; el movimiento provoca que estas choquen entre sí y pulvericen la ceniza. Este proceso dura aproximadamente una hora. La ceniza finalmente se recoge para proceder a tamizarla por el tamiz N° 270.



Fig. 13. Control de temperatura 650°C y molino de bolas.



Fig. 14. Resultado del triturado en molino de bolas y tamizado de CBCA.

En las Figuras 13 y 14 se presentan los procedimientos seguidos para obtener la ceniza.

Ensayar las propiedades de la ceniza.

Los ensayos realizados a la ceniza son:

- Densidad de la ceniza según NTP 334.090 y MTC E 610.

Elaborar concreto patrón para resistencias 210 y 280 Kg/cm²

Con la caracterización de los agregados y también el cemento definido, se procede a desarrollar el diseño de mezclas, para las resistencias a compresión antes definidas. Sabiendo que la densidad del cemento utilizado en esta investigación es Pacasmayo Tipo I, en sus especificaciones técnicas se especifica que tiene una densidad de 3.10 g/ml [101]. Con el diseño de mezclas se procedió a elaborar el concreto patrón.

Evaluar propiedades físicas al concreto patrón.

Las propiedades físicas evaluadas se mencionan a continuación:

- Peso unitario según NTP 339.046 y MTC E 714
- Revenimiento o Slump según NTP 339.035 y MTC E 705
- Temperatura según NTP 339.184 y MTC E 724



Fig. 15. Peso unitario en el concreto fresco.



Fig. 16. Revenimiento.



Fig. 17. Temperatura.

En las Figuras 15, 16 y 17 se ilustran los ensayos físicos realizados del concreto en estudio.

Evaluar propiedades mecánicas al concreto patrón

Las propiedades mecánicas evaluadas se comentan a continuación:

- Módulo elástico y coeficiente de Poisson según la normativa americana ASTM C 469.

- Resistencia a la compresión axial según las normativas NTP 339.034 y MTC E 704.
- Resistencia a la flexión según las normativas NTP 339.078 y MTC E 711.
- Resistencia a la tracción indirecta según las normativas NTP 339.084 y MTC E 708.



Fig. 18. Muestras cilíndricas para los ensayos de módulo de elasticidad y resistencia a la compresión.



Fig. 19. Muestras cilíndricas para la prueba de resistencia a la tracción.



Fig. 20. Prismas rectangulares para la prueba de resistencia a la flexión.

En las Figuras 18, 19 y 20 se ilustran los ensayos mecánicos realizados del concreto en estudio.

Elaborar concreto adicionado para resistencias 210 y 280 Kg/cm²

Con los diseños de mezclas definidos de cada resistencia, se procede a adicionar la CBCA con respecto al peso en la elaboración del concreto.

Evaluar propiedades físicas al concreto adicionado.

Se procede a evaluar las propiedades físicas mencionadas en el concreto patrón.

Evaluar propiedades mecánicas al concreto adicionado.

Se procede a evaluar las propiedades mecánicas mencionadas en el concreto patrón.

2.6 Criterios Éticos

Para Inguillay et al. [102], los criterios éticos son los valores que se exigen en el trabajo de investigación que son justicia, tolerancia, solidaridad, libertad y responsabilidad. En esta investigación se toman en cuenta estos criterios, así como los descritos en el [103] de la Universidad Señor de Sipán, correspondientes a principios generales y específicos en la investigación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Objetivo 1 - Estimar las propiedades físicas de los agregados fino y grueso en cuatro canteras.

Estudio de canteras

Ensayos al Agregado Fino.

Análisis granulométrico por tamizado.

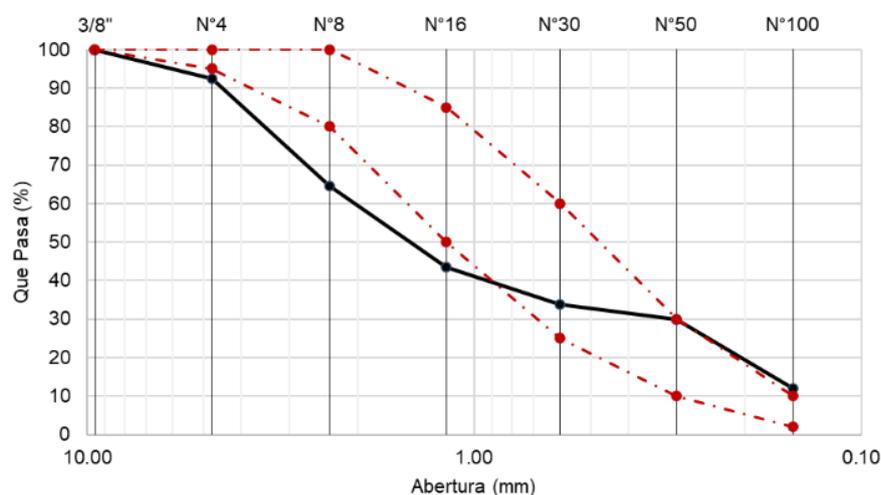


Fig. 21. Granulometría de agregado fino en Cantera Castro I. Tomado de Estudio de Canteras. LEMS W&C EIRL.

En la Figura 21, se presenta la curva de granulometría para el agregado fino de la cantera Castro I, que no cumple con el huso granulométrico (área comprendida entre las curvas límite de la normativa) que establece la norma, mostrando parámetros menores en los tamices N° 4, N° 8 y N° 16.

Así mismo, el módulo de finura debe estar en el intervalo de 2.30 y 3.10 según [104], por lo que se encuentra fuera de los límites. Sin embargo [105, p. 60], describe que el módulo de fineza implícito entre 2.9 y 3.2, corresponde a un agregado fino ligeramente grueso y si se encuentra comprendido entre 3.20 y 3.50, es un agregado fino grueso o con partículas gruesas.

El módulo de finura en la muestra fue 3.24, que correspondería a un agregado fino grueso.

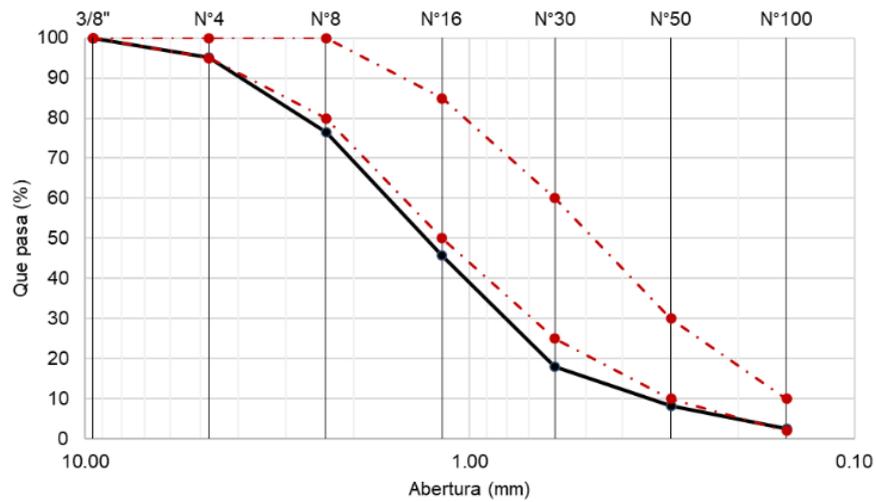


Fig. 22. Granulometría de agregado fino en Cantera Ferreñafe. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 22, se ilustra la curva granulométrica perteneciente al agregado fino obtenido en la cantera Ferreñafe, que mostró un módulo de finura de 3.54 y que excede el máximo de 3.10, pero que se podría clasificar como agregado fino grueso según [105]. En adición, tampoco cumple con el huso granulométrico que establece la norma, encontrándose por debajo del límite mínimo.

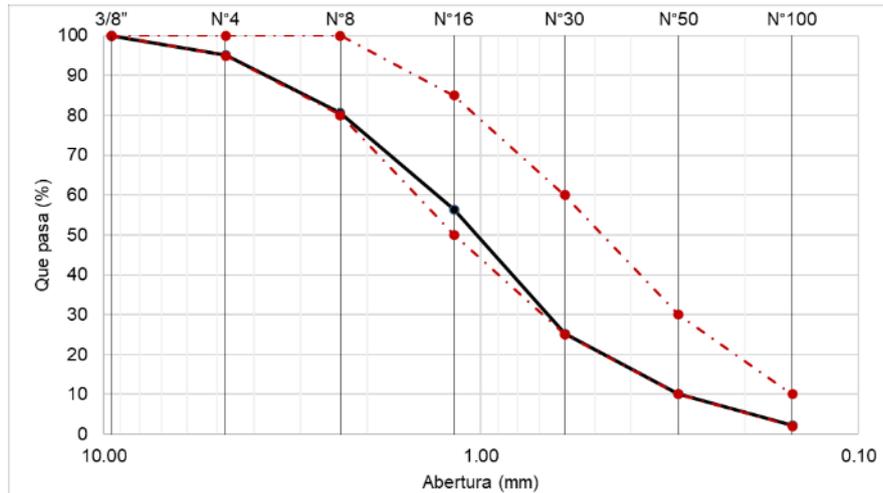


Fig. 23. Granulometría de agregado fino en Cantera La Victoria. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 23, se ilustra la curva de la granulometría de acuerdo al agregado fino conseguido en la cantera La Victoria, que tuvo un módulo de finura 3.30, perteneciente a un agregado fino grueso o con partículas gruesas y que se adecúa dentro del huso granulométrico, aunque muy cerca de los límites granulométricos.

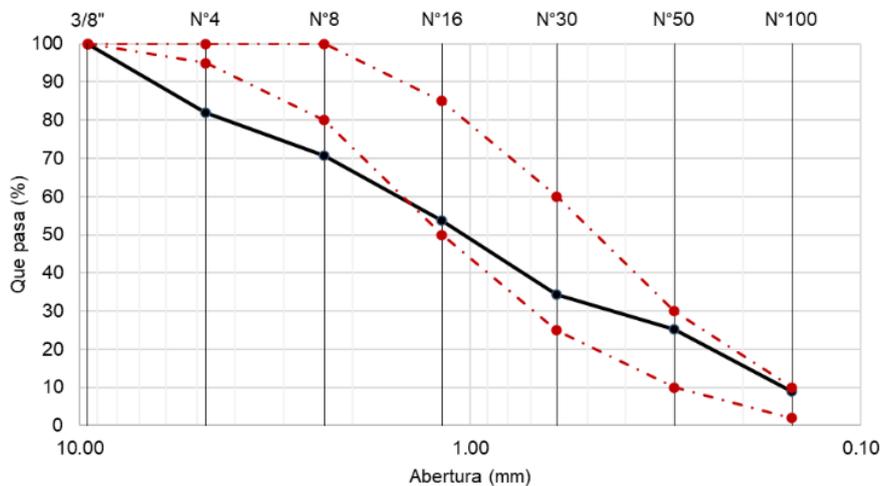


Fig. 24. Granulometría de agregado fino en Cantera Pachерres. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 24, se muestra la curva granulométrica de acuerdo a los datos del agregado fino conseguido de la cantera Pachерres, que tuvo un módulo de finura 3.25 y que no cumple con el límite mínimo en los tamices N° 4 y N° 8.

La granulometría solo es favorable para el agregado fino obtenido de la cantera **La Victoria**, presentando un acercamiento al límite inferior de los parámetros mencionados en la normativa. Este agregado fue escogido para la elaboración del concreto en estudio.

Peso específico de masa y absorción.

Tabla VI

Resultados de absorción y peso específico en agregado fino

Cantera	Peso específico (g/cm³)	Absorción (%)
Castro I	2.61	0.54
Ferreñafe	2.52	2.28
La Victoria	2.66	1.63
Pacherres	2.54	1.52

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Tabla 6 se presentan los resultados pertenecientes a la prueba de peso específico y absorción en el agregado fino. Se muestra que las canteras Castro I y La Victoria tienen valores de peso específico similares, siendo 2.61 y 2.66 respectivamente; mientras que Ferreñafe y Pacherres tienen 2.52 y 2.54 respectivamente.

Por otro lado, el porcentaje de absorción mínimo estuvo presente en la muestra de la cantera Castro I, con 0.54%, mientras que las canteras La Victoria y Pacherres tuvieron valores superiores a 1.50%. La muestra de la cantera Ferreñafe obtuvo el mayor valor, siendo 2.28%.

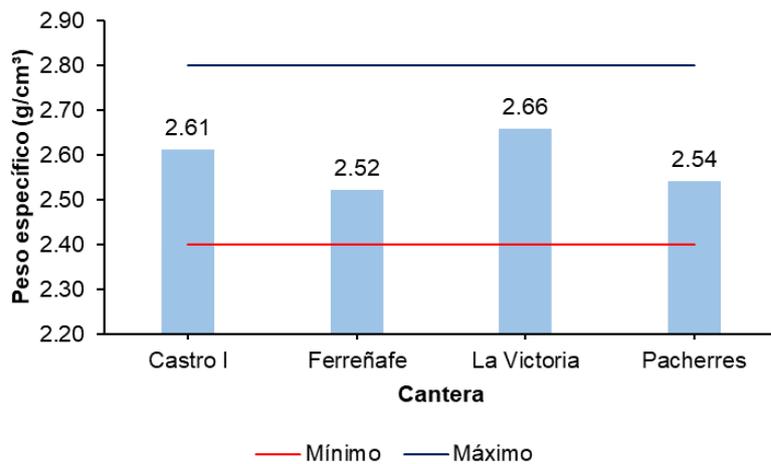


Fig. 25. Análisis del peso específico en agregado fino. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Estos resultados se pueden analizar también en la Figura 25. Para [105, p. 65], el agregado clasificado como normal, tiene una densidad o peso específico entre 2.4 g/cm³ y 2.8 g/cm³. Visualmente, solo las canteras Castro I y La Victoria cumplen con estos parámetros.

Peso unitario y humedad.

Tabla VII

Resultados de peso unitario suelto y humedad en agregado fino.

Cantera	Peso Unitario Suelto	Peso Unitario Suelto	Contenido de Humedad (%)
	Húmedo (g/cm ³)	Seco (g/cm ³)	
Castro I	1.54	1.51	1.94
Ferreñafe	1.17	1.15	1.94
La Victoria	1.15	1.15	0.40
Pacherres	1.40	1.37	1.94

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Tabla 7 se contempla los resultados obtenidos de la prueba de peso unitario suelto en estado húmedo y seco, así como el porcentaje de humedad correspondiente. Se tienen valores de peso unitario húmedo suelto entre 1.15 g/cm³ en la cantera La Victoria hasta

1.54 g/cm³ en la cantera Castro I. También, se notan contenidos de humedad desde 0.4% y que no pasan de 2%.

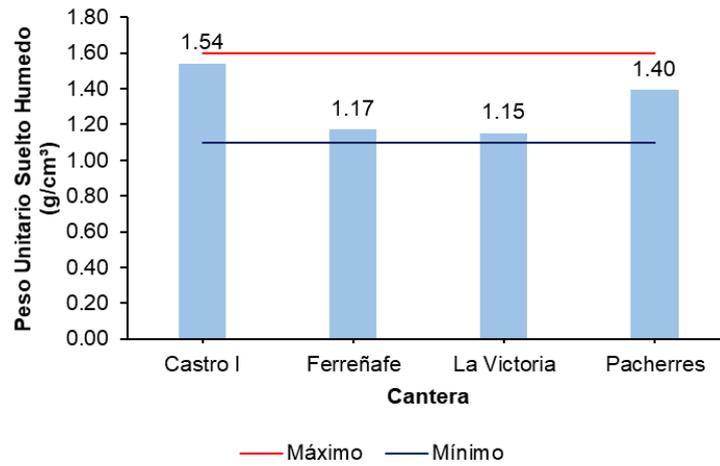


Fig. 26. Análisis del peso unitario húmedo en estado suelto del agregado fino. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 26, se grafican los resultados en comparación con Quiroz y Salamanca [106, p. 54], que establecen que, en estado húmedo, el peso unitario suelto está comprendido entre 1.1 g/cm³ y 1.6 g/cm³. Al hacer el comparativo, todas las muestras cumplen.

Tabla VIII

Resultados de peso unitario compactado y humedad en agregado fino

Cantera	Peso Unitario	Peso Unitario	Contenido de Humedad (%)
	Compactado Húmedo (g/cm ³)	Compactado Seco (g/cm ³)	
Castro I	1.72	1.69	1.94
Ferreñafe	1.40	1.38	1.94
La Victoria	1.40	1.40	0.40
Pacherras	1.61	1.58	1.94

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Tabla 8 se visualizan los resultados obtenidos de la prueba de peso unitario compactado en estado seco y húmedo. Se aprecian peso unitario húmedo compactado desde 1.40 g/cm³ en cantera La Victoria hasta 1.72 g/cm³ en la cantera Castro I. Así mismo, se corroboran los mismos porcentajes de humedad.

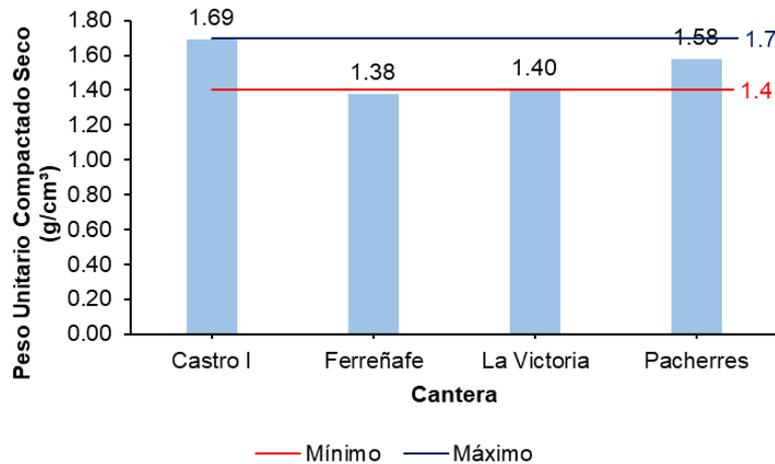


Fig. 27. Análisis del peso unitario seco en estado compactado del agregado fino. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En el peso unitario seco en estado compactado, [107, p. 21] establece que se tienen intervalos de 1.4 g/cm³ a 1.7 g/cm³. En la Figura 27 se visualizan las muestras, donde el agregado fino obtenido de la cantera Castro I es la única que no se adecúa entre estos parámetros. Se puede decir que esto sucede también por el porcentaje de humedad bajo.

Ensayos al Agregado Grueso

Se llevaron a cabo pruebas en el agregado grueso extraído de las canteras previamente mencionadas. Los tamaños nominales analizados fueron 1/2" y 3/4", siendo estos los más usados para elaborar concreto en obra.

Análisis granulométrico por tamizado.

Con tamaño nominal de 1/2".

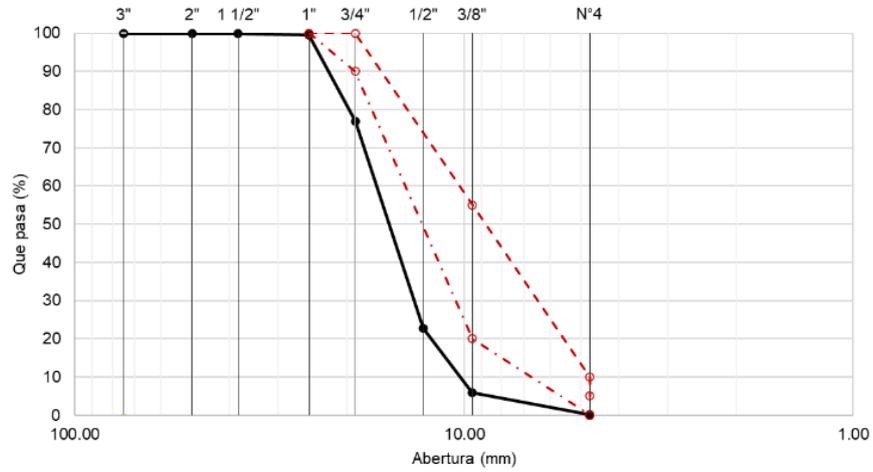


Fig. 28. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera Castro I. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 28, se aprecia muestra la distribución de tamaños del agregado grueso obtenido de la cantera Castro I, cuyo tamaño máximo es de 1/2". Se observa que el huso granulométrico 67 no comprende ningún punto de la curva granulométrica.

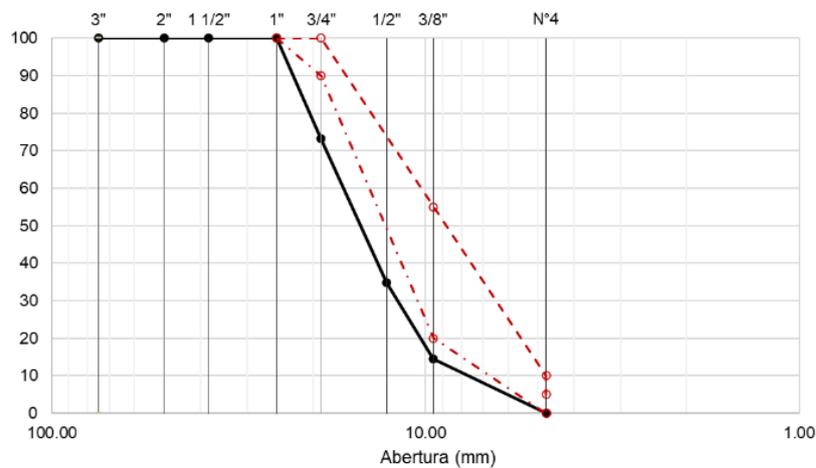


Fig. 29. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera Ferreñafe. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 29, se presenta la curva respectiva al agregado grueso procedente de la cantera Ferreñafe, que tiene como tamaño máximo 1/2". Se observa que la curva no se suscita dentro del espectro del huso granulométrico 67.

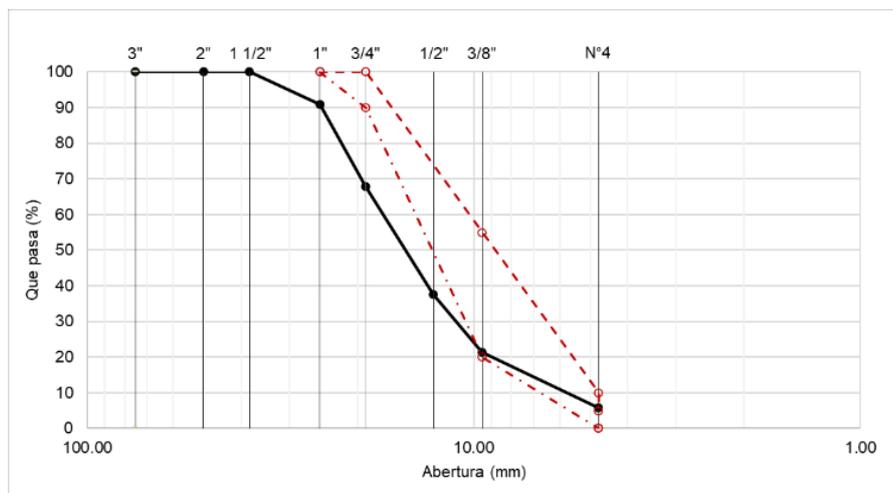


Fig. 30. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera La Victoria.

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 30, se presenta la distribución de la granulometría del agregado grueso con tamaño máximo de 1/2" de la cantera La Victoria. Se visualiza que la curva tampoco se suscita dentro de los parámetros del huso granulométrico 67.

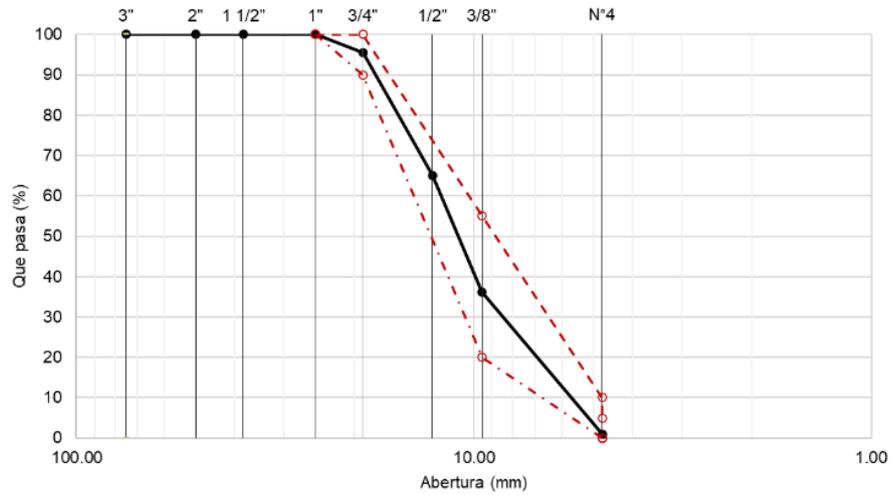


Fig. 31. Granulometría de agregado grueso 1/2" en Cantera Pacherras. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Así mismo, en la Figura 31 se ilustra la distribución de la granulometría del agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1/2" de la cantera La Victoria. Se visualiza que la curva sí se suscita dentro de los límites del huso granulométrico 67 y se adecúa perfectamente dentro de sus parámetros.

Con tamaño nominal de 3/4"

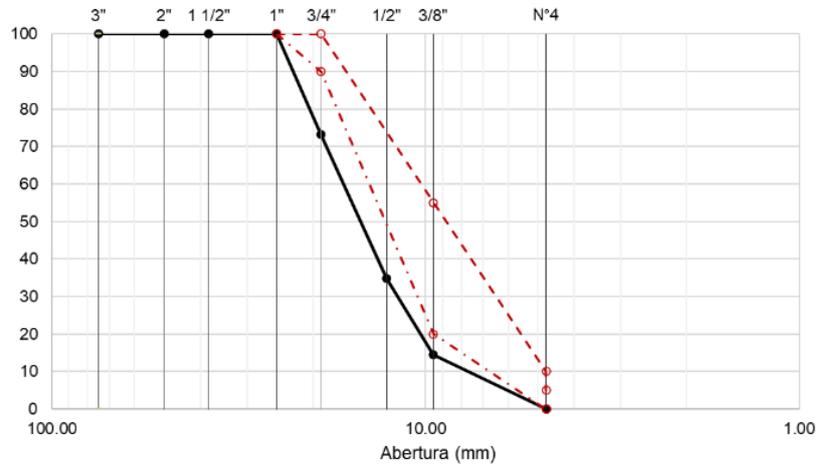


Fig. 32. Granulometría de agregado grueso 3/4" en Cantera Castro I. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 32, se presenta la distribución granulométrica del agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1/2" perteneciente a la cantera Castro I, Se observa que el huso granulométrico 57 no comprende ningún valor de la curva.

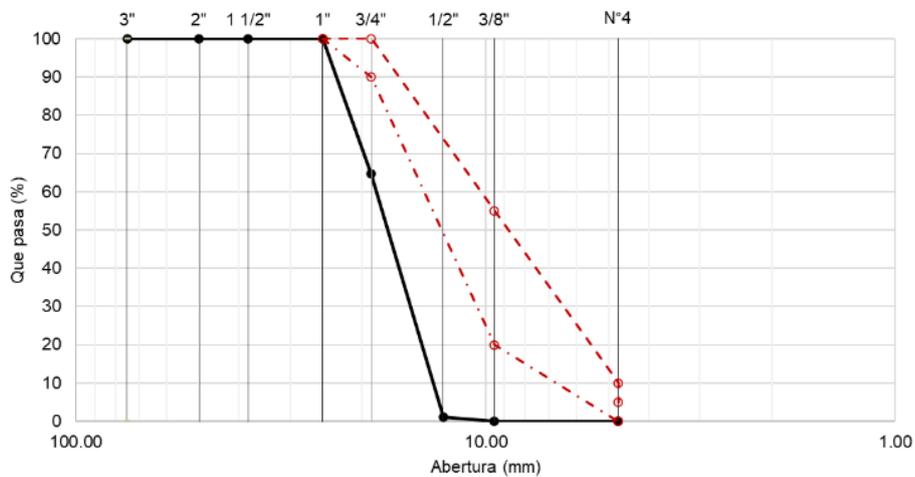


Fig. 33. Granulometría de agregado grueso 3/4" en Cantera Ferreñafe

Nota: Tomado de Estudio de Canteras. LEMS W&C EIRL, 2021.

En la Figura 33, se visualiza la distribución granulométrica del agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4", perteneciente a la cantera Ferreñafe. Se observa que el huso granulométrico 57 no comprende ningún valor de la curva antes mencionada.

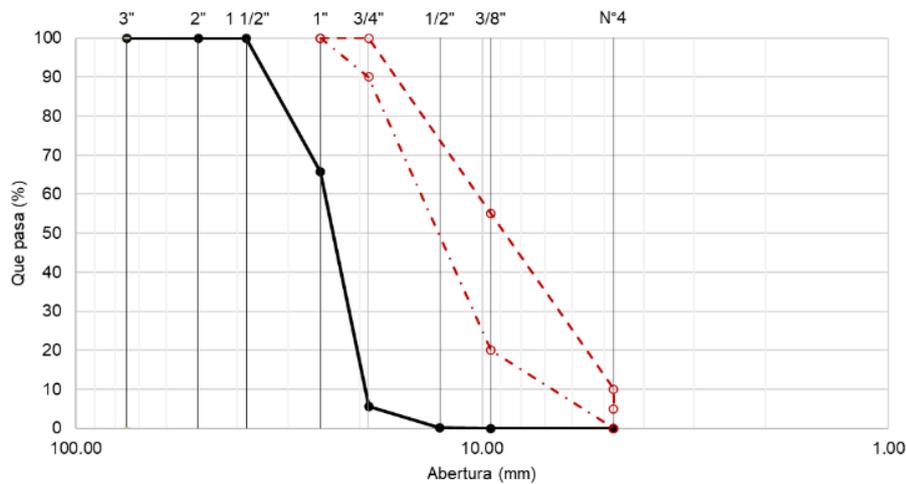


Fig. 34. Granulometría de agregado grueso 3/4" en Cantera Pacherres. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 34, se muestra la granulometría del agregado grueso con un tamaño máximo de 3/4", perteneciente a la cantera Pacherres. Se observa que los valores de la curva no están comprendidos dentro del huso granulométrico 57.

En el análisis del ensayo de granulometría en el agregado grueso en tamaño nominal de 1/2", indica que solo la cantera Pacherres presentó los mejores resultados, adecuándose al huso 67. El huso 67 tiene como requisito que en el tamiz de 3/4" el porcentaje que pasa debe estar entre 90 a 100%, y que por el tamiz de 3/8" pase entre el 20 al 55%. Por lo que el agregado grueso de la cantera Pacherres fue utilizado para elaborar el concreto en esta investigación.

En el agregado grueso con 3/4" de tamaño máximo nominal, ninguna de las canteras presentó resultados dentro de los parámetros del huso 57. Este huso tiene como límites que el porcentaje que pase por el tamiz de 1" debe estar comprendido entre 95 y 100%, y que por el tamiz de 1/2" debe regularse entre 25 y 60%. Como las muestras no cumplen, se puede inferir que el agregado grueso comercializado como 3/4", tienen elementos más grandes, por lo que se retuvieron en el tamiz de 1" y que además se constató en campo.

Peso específico de masa y absorción.

Tabla IX

Resultados de absorción y peso específico en agregado grueso 1/2"

Cantera	Peso específico (g/cm ³)	Absorción (%)
Castro I	2.74	2.09
Ferreñafe	2.66	0.90
La Victoria	2.75	1.22
Pacherres	2.64	1.01

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Tabla 9 se exponen los resultados de peso específico y absorción del agregado grueso de 1/2". Se aprecia que los valores mínimos y máximos son 2.64 g/cm³ de la cantera Pacherres y 2.75 g/cm³ de la cantera La Victoria. Aparte de ello, los porcentajes de absorción tienen valores desde 0.90% hasta 2.09%.

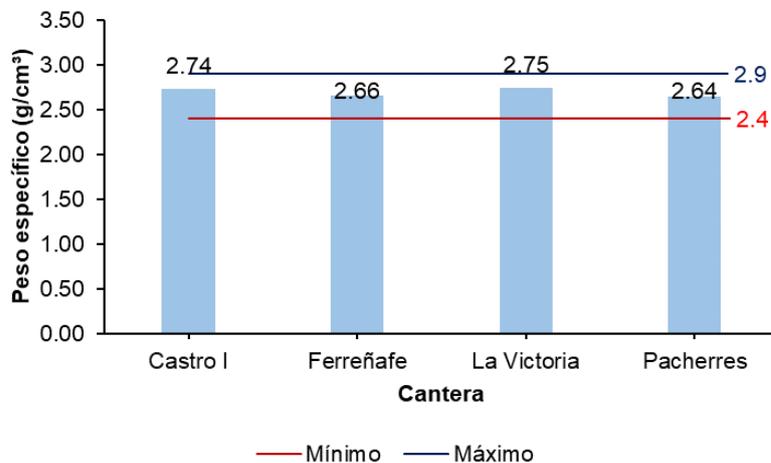


Fig. 35. Análisis del peso específico en agregado grueso 1/2". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Estos resultados se pueden analizar también en la Figura 35. [108], recalca que el agregado grueso normal, tiene un peso específico entre 2.4 g/cm³ y 2.9 g/cm³. Teniendo que los agregados gruesos de 1/2" de las canteras cumple con estos parámetros.

Tabla X

Resultados de peso específico y absorción en agregado grueso 3/4"

Cantera	Peso específico (g/cm ³)	Absorción (%)
Castro I	2.75	1.82
Ferreñafe	2.68	0.81
Pacherres	2.56	1.08

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De manera similar, en la Tabla 10 se presentan los valores obtenidos del ensayo antes mencionado con tamaño máximo nominal de 3/4". Solo se realizaron en tres canteras, la cantera La Victoria no tuvo el tamaño máximo de 3/4". Se observa que los valores de peso específico van desde 2.56 g/cm³ en la cantera Pacherres hasta 2.75 g/cm³ en Castro I. De manera similar, el porcentaje de absorción mayor es de 1.82% perteneciente a Castro I y el menor es de 0.81% en cantera Ferreñafe.

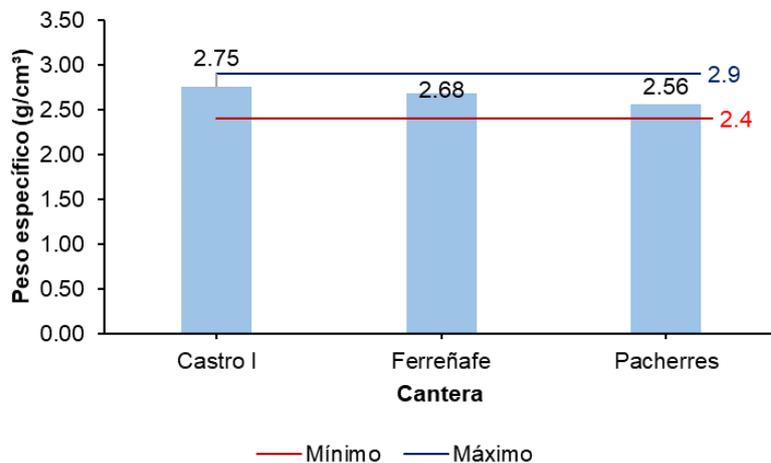


Fig. 36. Análisis del peso específico en agregado grueso 3/4". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Para [108], el rango del peso específico se encuentra entre 2.4 g/cm³ y 2.9 g/cm³.

En la Figura 36, se visualiza que las canteras cumplen con este requisito.

Peso unitario y humedad.

En este ensayo se consideraron los dos tamaños nominales antes mencionados.

Con tamaño nominal de 1/2".

Tabla XI

Resultados de peso unitario suelto y humedad en agregado grueso 1/2"

Cantera	Peso Unitario Suelto	Peso Unitario Suelto	Contenido de Humedad (%)
	Húmedo (g/cm ³)	Seco (g/cm ³)	
Castro I	1.40	1.37	1.94
Ferreñafe	1.42	1.39	1.94
La Victoria	1.59	1.56	1.94
Pacherres	1.35	1.34	0.52

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados de la prueba de peso y humedad en el agregado grueso de tamaño nominal 1/2" en estado suelto se muestran en la Tabla 11. Se observa que el peso unitario suelto húmedo varía de 1.35 g/cm³ en la cantera Pacherres a 1.59 g/cm³ en la cantera La Victoria. Además, el contenido de humedad oscila entre 0.52% y 1.94%.

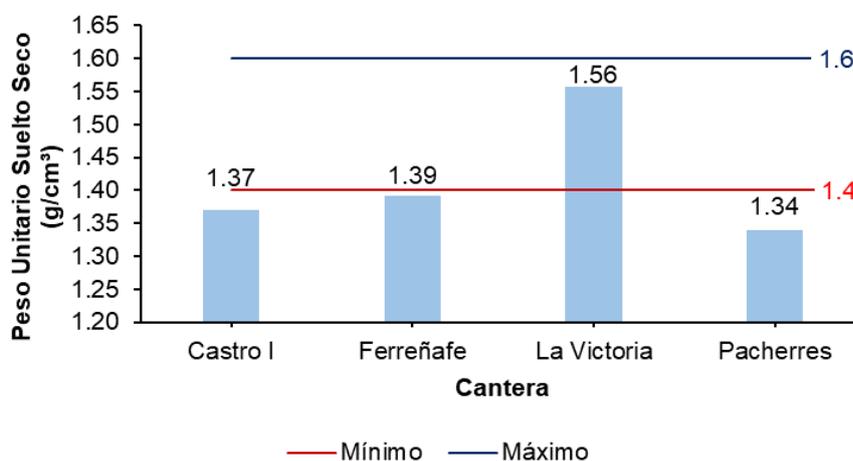


Fig. 37. Análisis del peso unitario suelto seco en agregado grueso 1/2". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

[109] define que la piedra triturada posee un peso unitario suelto húmedo entre 1400 y 1600 kg/m³. En la Figura 37 se visualiza que solo la cantera de La Victoria satisface con lo antes mencionado, por otro lado, las otras canteras se acercan al mínimo.

Tabla XII

Resultados de peso unitario compactado y humedad en agregado grueso 1/2"

Cantera	Peso Unitario	Peso Unitario	Contenido de Humedad (%)
	Compactado Húmedo (g/cm ³)	Compactado Seco (g/cm ³)	
Castro I	1.51	1.48	1.94
Ferreñafe	1.47	1.44	1.94
La Victoria	1.64	1.61	1.94
Pacherres	1.42	1.41	0.52

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De igual forma, en la Tabla 12 presenta el peso unitario compactado y el contenido de humedad correspondiente. Se aprecia que los valores se encuentran entre 1.42 g/cm³ y 1.64 g/cm³ en las canteras de Pacherres y La Victoria respectivamente. Al mismo tiempo, se tienen los valores del contenido de humedad similares al estado suelto del ensayo.

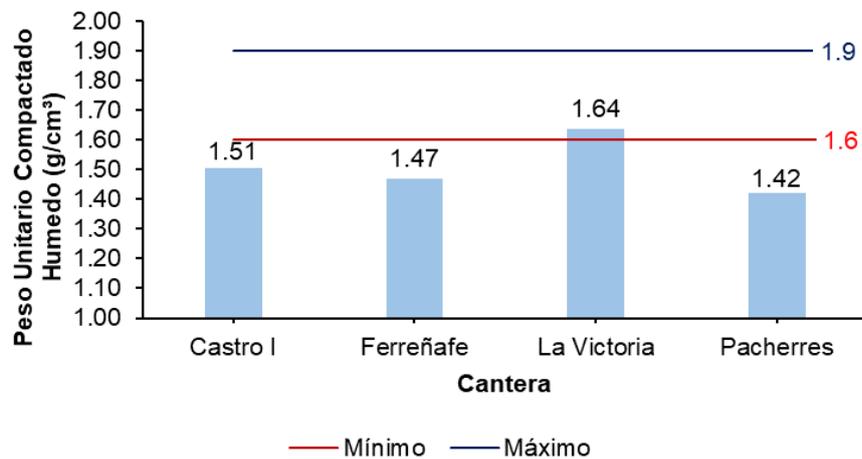


Fig. 38. Análisis del peso unitario compactado húmedo en agregado grueso 1/2". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Reyes Yenque et al. [110], comentan que el peso unitario que es compactado en estado húmedo del agregado grueso varía entre 1.6 g/cm³ y 1.9 g/cm³. Esto se puede verificar en la Figura 38, en la cual solo la cantera de La Victoria se adapta dentro de los parámetros

antes señalados, mientras que las canteras restantes están muy por debajo del límite mínimo.

Con tamaño nominal de 3/4".

Tabla XIII

Resultados de peso unitario suelto y humedad en agregado grueso 3/4"

Cantera	Peso Unitario Suelto	Peso Unitario	Contenido de Humedad (%)
	Húmedo (g/cm ³)	Suelto Seco (g/cm ³)	
Castro I	1.39	1.36	1.94
Ferreñafe	1.41	1.38	1.94
Pacherres	1.37	1.35	1.94

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados del análisis en agregado grueso con un tamaño nominal de 3/4" en su estado suelto se encuentran en la Tabla 13.

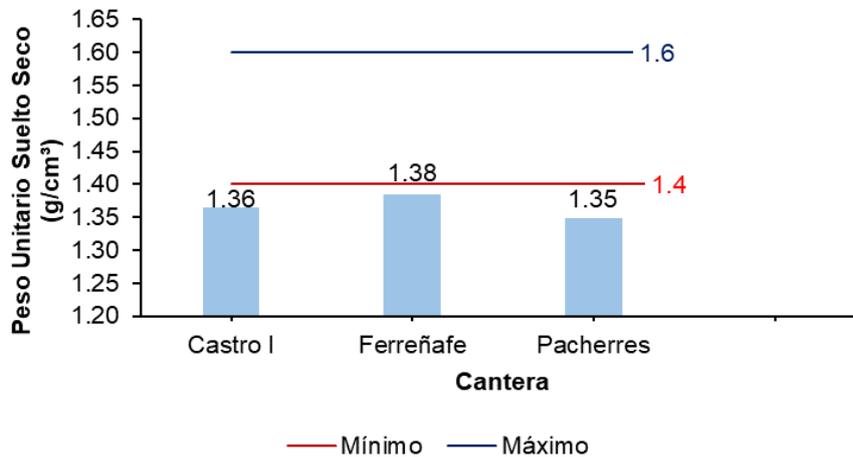


Fig. 39. Análisis del peso unitario suelto seco en agregado grueso 3/4". Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Para [109], como se mencionó anteriormente, la piedra triturada tiene como rangos de peso unitario suelto húmedo desde 1400 a 1600 kg/m³. Como se puede analizar en la Figura 39, las tres canteras (Castro I, Ferreñafe y Pacherres), se acercan al mínimo.

Tabla XIV

Resultados de peso unitario compactado y humedad en agregado grueso 3/4"

Cantera	Peso Unitario	Peso Unitario	Contenido de Humedad (%)
	Compactado Húmedo (g/cm ³)	Compactado Seco (g/cm ³)	
Castro I	1.47	1.44	1.94
Ferreñafe	1.50	1.48	1.94
Pacherres	1.47	1.45	1.94

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De igual manera, se presentan en la Tabla 14 los resultados del análisis realizado al agregado grueso con un tamaño máximo nominal de 3/4" en su estado compactado. Se observan valores entre 1.47 g/cm³ en las canteras Castro I y Pacherres, hasta 1.50 g/cm³ en la cantera Ferreñafe.

Objetivo 2 - Obtener la ceniza de bagazo de caña de azúcar y evaluar sus propiedades respectivas.

Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Actividad puzolánica.

La actividad puzolánica se realizó en las temperaturas de 550°C, 600°C, 650°C y 700°C, que, según los trabajos previos, en este rango de temperaturas, el resultante no se cristaliza y la actividad puzolánica es la idónea. Además, que estos resultados se comparan con un patrón. Después de la quema de la ceniza a diferentes temperaturas, se realizaron cubos de 5x5 cm.

Tabla XV

Dosificación para ensayo de actividad puzolánica

Dosificación/ Muestras	Arena (g)	Cemento (g)	Ceniza (g)	Agua (g)
CUBO PATRON	364.98	218.91	-	164.18
CUBO TEMP.550	364.98	218.91	43.78	164.18
CUBO TEMP.600	364.98	218.91	43.78	164.18
CUBO TEMP.650	364.98	218.91	43.78	164.18
CUBO TEMP.700	364.98	218.91	43.78	164.18

La dosificación para tres cubos se presenta en la Tabla 15, como se mencionó anteriormente, la mezcla es producto de arena tamizada por la malla N° 4 y cemento Pacasmayo Tipo I.

Temperatura 550°C.

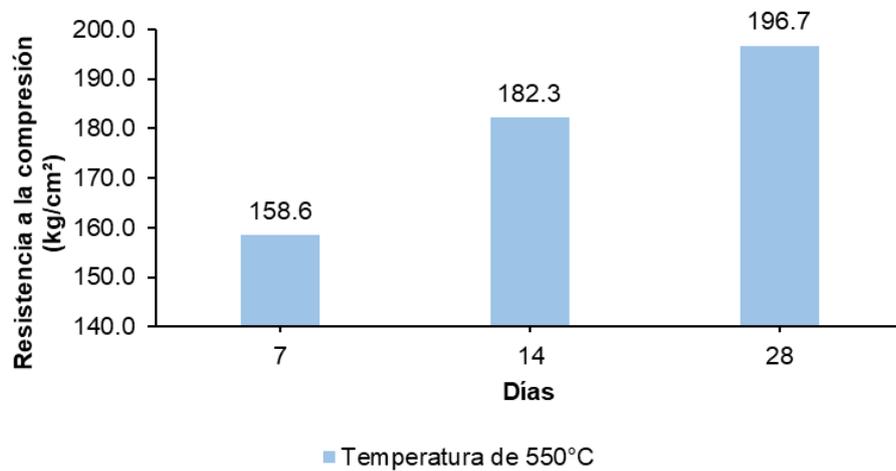


Fig. 40. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 550°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

La prueba de resistencia a la compresión para una temperatura de 550°C se representa en la Figura 40. A los 7 días, la muestra tiene una resistencia de 158.6 Kg/cm², mientras que,

a los 14 días, es de 182.3 Kg/cm² y a los 28 días, alcanza los 196.7 Kg/cm². Esto significa que, a los 7 días, la muestra posee el 80% de la resistencia que tiene a los 28 días.

Temperatura 600°C.

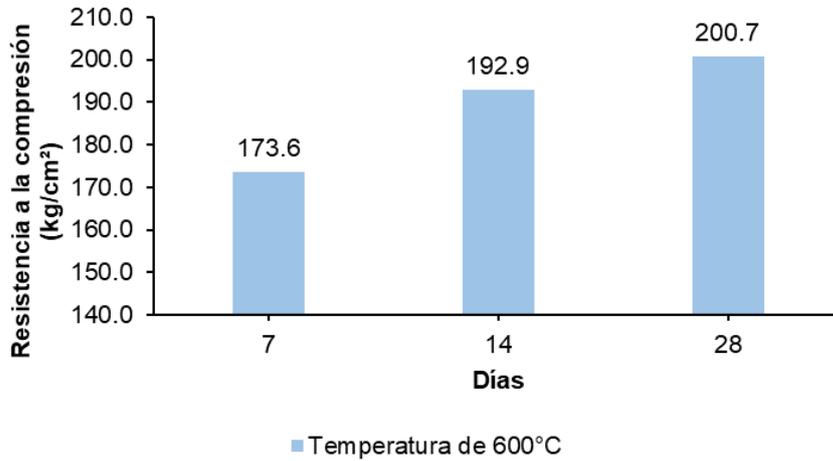


Fig. 41. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 600°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

La Figura 41 se muestran los resultados de la prueba de resistencia a la compresión en la temperatura de 600°C. Donde a la edad de 7 días se tiene un resultado de 173.6 Kg/cm², a los 14 días se tiene 192.9 Kg/cm² y para los 28 días se tiene 200.7 Kg/cm². Así pues, la muestra a los 7 días representa un 86% con respecto a la edad de curado de 28 días.

Temperatura 650°C.

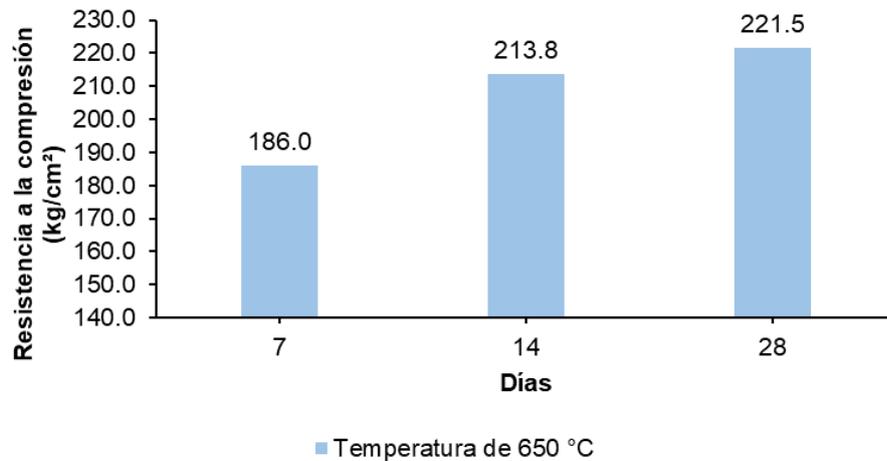


Fig. 42. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 650°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 42 se visualizan los resultados de la prueba de resistencia a la compresión en cubos a la temperatura de 650°C. Donde a los 7 días presenta 186 Kg/cm², así mismo, a los 14 días presenta 213.8 Kg/cm² y a los 28 días, 221.5 Kg/cm². La muestra a los 7 días representa un 84% con respecto a la muestra curada de 28 días.

Temperatura 700°C.

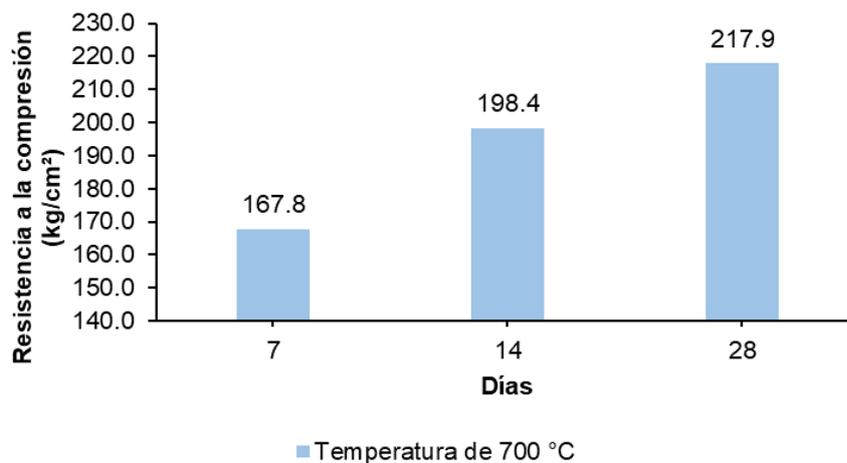


Fig. 43. Resistencia a la compresión de cubos en temperatura de 700°C. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 43 se presentan los resultados de la prueba de resistencia a la compresión en cubos a la temperatura de 700°C. A los 7 días los resultados muestran 167.8 Kg/cm², a los 14 días, 198.4 Kg/cm² y a los 28 días, 217.9 Kg/cm². La muestra a los 7 días representa un 77% con respecto a la muestra curada de 28 días.

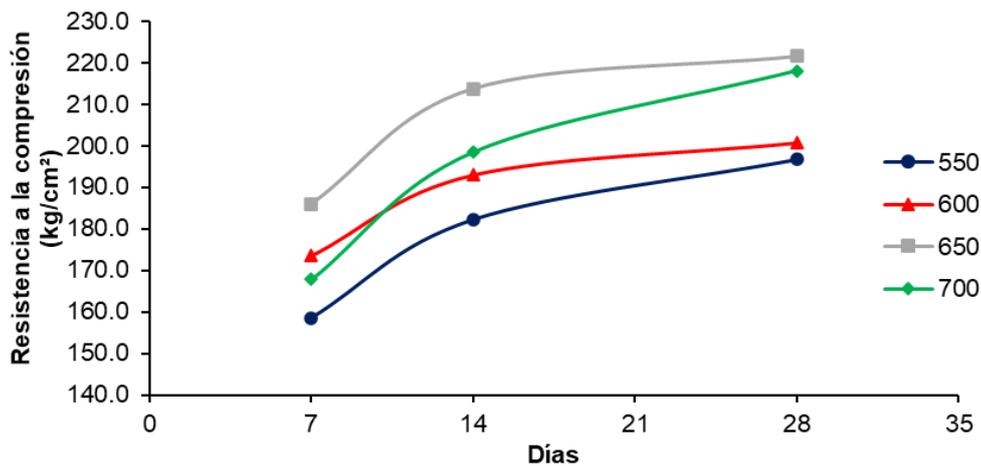


Fig. 44. Curvas de la resistencia a la compresión en cubos. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 44, se presenta las curvas que se obtuvieron en los resultados antes descritos. Se puede contemplar que la temperatura de 650°C es la curva con los resultados más elevados.

Dado que el mejor resultado se obtuvo para la temperatura de 650°C, se calcinó todo el bagazo a dicha temperatura. La ceniza de bagazo a esta temperatura fue caracterizada y usada, después del procedimiento de molienda y tamizado, para elaborar el concreto convencional y adicionado.

Calcinación.

Tabla XVI

Porcentaje de calcinación de la CBCA

Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Porcentaje de calcinación (%)
25	2.375	9.50%

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

El porcentaje de calcinación se obtuvo mediante la **Fórmula 2**, descrita anteriormente. Esto se detalla en la Tabla 16, donde se aprecia el resumen del cálculo del porcentaje de calcinación.

Densidad.

Tabla XVII

Densidad de la CBCA

Descripción	Valor	Unidad
Masa de CBCA	50	gr
Volumen inicial de kerosene	0	ml
Volumen desplazado de kerosene	21.6	ml
Densidad CBCA	2.315	g/ml

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados del ensayo de densidad se detallan en la Tabla 17. La densidad que se obtuvo de la ceniza fue 2.315 g/ml.

Objetivo 3 - Evaluar las características físicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Caracterización física del concreto convencional y adicionado

Diseño de mezclas.

Concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

El diseño de mezclas para el concreto de resistencia a la compresión esperada 210 Kg/cm², se elaboró según el estudio de canteras. Es decir, el agregado fino que se obtuvo de la cantera La Victoria y el agregado grueso obtenido de la cantera Pacherras. Todas sus propiedades ensayadas permitieron el diseño de mezclas.

Tabla XVIII

Proporción de materiales usados en el diseño de mezclas $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Material / Descripción	Cemento	Agregado fino	Agregado Grueso	Agua	Unidad
Cantidad en 1 m³ de concreto	352.64	238.51	985.80	792.36*	kg/m ³
Dosificación en peso	1	2.80	2.25	28.75	Lts/pe ³
Dosificación en volumen	1	2.74	2.52	28.75	Lts/pe ³

Notas. *Agua en litros/m³. Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Tabla 18 se muestra la cantidad de los materiales en un metro cúbico de concreto, así como las dosificaciones en peso y en volumen de los materiales para la preparación del concreto.

Tabla XIX

Dosificación en peso de materiales para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Unidad de ensayo / Descripción	Probeta	Prisma rectangular	Unidad
Volumen de concreto	0.0055	0.0121	m ³
Cemento	1930.7	4261.5	gr
Agua	1305.9	2882.3	gr
Arena	5397.3	11913.0	gr
Grava	4338.2	9575.3	gr

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Con las proporciones descritas, se procedió a elaborar las muestras de concreto, como se detalla en la Tabla 19, las dosificaciones se calcularon para una muestra cilíndrica y un prisma rectangular.

Tabla XX

Dosificación en peso de CBCA por unidad de ensayo para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Unidad de ensayo / Porcentaje de Adición	Probeta	Prisma	Unidad
0%	0	0	gr
2%	38.6	85.2	gr
4%	77.2	170.5	gr
6%	115.8	255.7	gr
8%	154.5	340.9	gr

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De forma análoga, la Tabla 20 muestra la adición de la ceniza en peso en el concreto, calculado en función del cemento de la Tabla 17.

Tomando como ejemplo la adición de 4% de CBCA para elaborar una probeta, la cantidad de CBCA se calcula de la siguiente manera:

$$1930.7 \text{ gr} \cdot (4\%) = 77.2 \text{ gr}$$

Finalmente, la mezcla para elaborar una probeta con la adición de 4% será: cemento: 1930.7 gr, arena: 5397.3 gr, grava: 4338.2, agua: 1305.9 gr y CBCA: 77.2 gr.

Peso unitario.

Tabla XXI

Peso unitario en concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Muestras	Masa (g)	Volumen (m ³)	Peso unitario (kg/m ³)
CBCA-0%	13106	0.0053014	2472
CBCA-2%	13100	0.0053014	2471
CBCA-4%	13070	0.0053014	2465
CBCA-6%	13012	0.0053014	2454
CBCA-8%	12900	0.0053014	2433

Nota: El volumen fue calculado para un molde de forma cilíndrica con diámetro de 15 cm de y 30 cm de altura. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Según el peso de una probeta y el volumen respectivo de concreto fresco que contiene, se puede estimar el peso unitario en el concreto. Los resultados de la prueba de peso unitario se muestran en la Tabla 21.

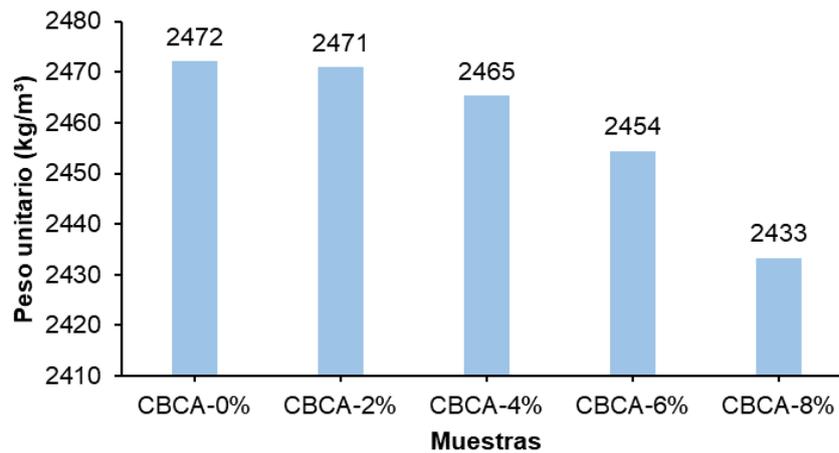


Fig. 45. Análisis del peso unitario en concreto $f'c=210$ Kg/cm². Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 45, se muestra el peso unitario en el concreto con adición de CBCA, se puede apreciar que existe una disminución del peso unitario conforme aumenta la adición de ceniza.

Revenimiento o Slump.

Tabla XXII

Revenimiento en concreto $f'c=210$ Kg/cm²

Muestras	Revenimiento (pulg)	Revenimiento (cm)
CBCA-0%	4.00	10.16
CBCA-2%	3.94	10.00
CBCA-4%	3.70	9.40
CBCA-6%	3.39	8.60
CBCA-8%	3.11	7.90

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados de la prueba de revenimiento se presentan en la Tabla 22, tanto en pulgadas como en centímetros.

Según lo definido en el diseño de mezclas, la mezcla debe tener una consistencia plástica. Para [111], una mezcla con consistencia plástica tiene rangos de asentamiento entre 3" y 4".

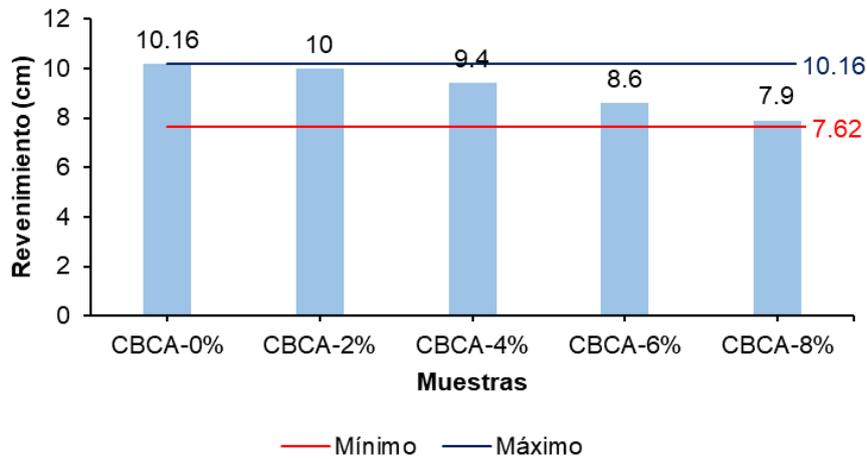


Fig. 46. Análisis del revenimiento en concreto $f'_c=210$ Kg/cm². Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Se puede apreciar en la Figura 46 que se muestra la comparativa del revenimiento patrón con las adiciones de CBCA junto al valor máximo y mínimo según lo antes mencionado. Se puede apreciar que las muestras cumplen con lo estipulado y que se presenta una pérdida de consistencia de la mezcla conforme aumenta la adición de CBCA.

Temperatura.

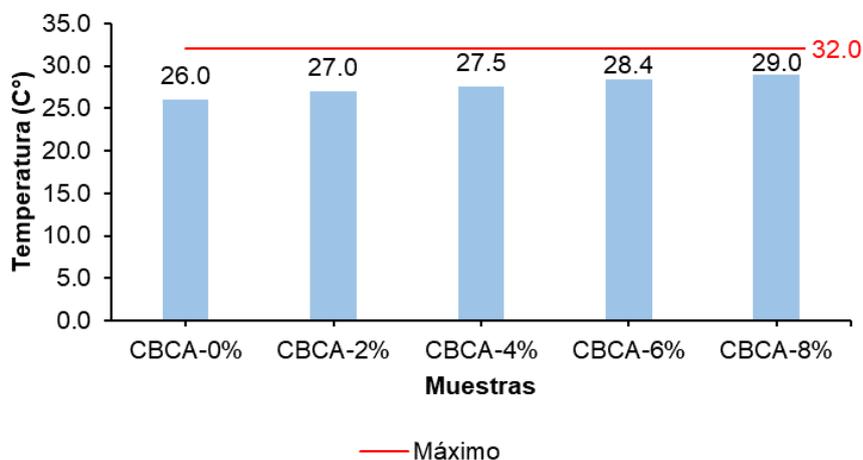


Fig. 47. Análisis de la temperatura en concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL. Máximo establecido según NTP E.060.

Los resultados del ensayo de temperatura en el concreto fresco se detallan en la Figura 47. Según la [79, p. 46], la temperatura de colocación del concreto no debe superar de 32°C . Como se aprecia en la Figura 47, la temperatura de las muestras no propasa el parámetro máximo. Además, se evidencia un incremento de temperatura con el aumento de la adición de CBCA.

Concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$.

Tabla XXIII

Proporción de materiales usados en el diseño de mezclas $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Material / Descripción	Cemento	Agregado fino	Agregado Grueso	Agua	Unidad
Cantidad en 1 m^3 de concreto	424.96	240.96	905.08	785.34*	kg/m^3
Dosificación en peso	1	2.80	2.25	28.75	Lts/pie3
Dosificación en volumen	1	2.74	2.52	28.75	Lts/pie3

Notas. *Agua en litros/ m^3 . Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

El resultado del diseño de mezclas para una resistencia a la compresión esperada de 280Kg/cm², se expone en la Tabla 23, donde se muestran la cantidad de materiales por metro cúbico de concreto, así como la dosificación en peso y volumen.

Tabla XXIV

Dosificación en peso de materiales para $f'c=280$ Kg/cm²

Unidad de ensayo / Descripción	Probeta	Prisma	Unidad
Volumen de concreto	0.0055	0.0121	m ³
Cemento	2326.7	5135.4	gr
Agua	46.5	102.7	gr
Arena	1319.3	2911.9	gr
Grava	4955.3	10937.5	gr

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Del mismo modo, la Tabla 24 contrasta la dosificación en peso de los materiales para una muestra cilíndrica y un prisma rectangular.

Tabla XXV

Dosificación en peso de CBCA por unidad de ensayo para $f'c=280$ Kg/cm²

Unidad de ensayo / Porcentaje de Adición	Probeta	Prisma	Unidad
0%	0	0	gr
2%	46.5	102.7	gr
4%	93.1	205.4	gr
6%	139.6	308.1	gr
8%	186.1	410.8	gr

Nota: Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

La Tabla 25 muestra la CBCA a adicionarse al concreto para elaborar las unidades de ensayo. Esto se calculó en función del peso de cemento.

Peso unitario.

Tabla XXVI

Peso unitario en concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

Muestras	Masa (g)	Volumen (m ³)	Peso unitario (kg/m ³)
CBCA-0%	12845	0.0053014	2423
CBCA-2%	12820	0.0053014	2418
CBCA-4%	12780	0.0053014	2411
CBCA-6%	12740	0.0053014	2403
CBCA-8%	12720	0.0053014	2399

Nota: El volumen fue calculado para un molde de forma cilíndrica con diámetro de 15 cm y 30 cm de altura. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados del peso unitario se presentan en la Tabla 26, donde se describe la masa de concreto fresco que contiene una probeta.

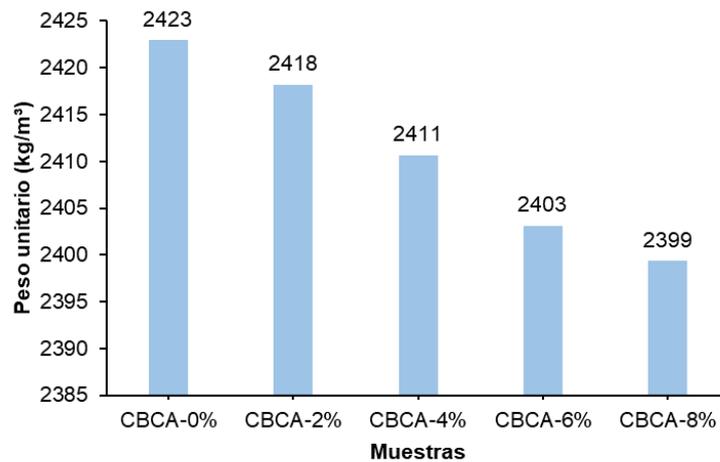


Fig. 48. Análisis del peso unitario en concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 48, se esquematiza el peso unitario en el concreto con adición de CBCA en el que se visualiza una disminución del peso unitario conforme aumenta la adición de ceniza.

Revenimiento o Slump.

Tabla XXVII

Revenimiento en concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

Muestras	Revenimiento (pulg)	Revenimiento (cm)
CBCA-0%	3.94	10.0
CBCA-2%	3.35	8.5
CBCA-4%	3.19	8.1
CBCA-6%	3.15	8.0
CBCA-8%	2.99	7.6

Nota: Tomado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados de la prueba de revenimiento se muestran en la Tabla 27.

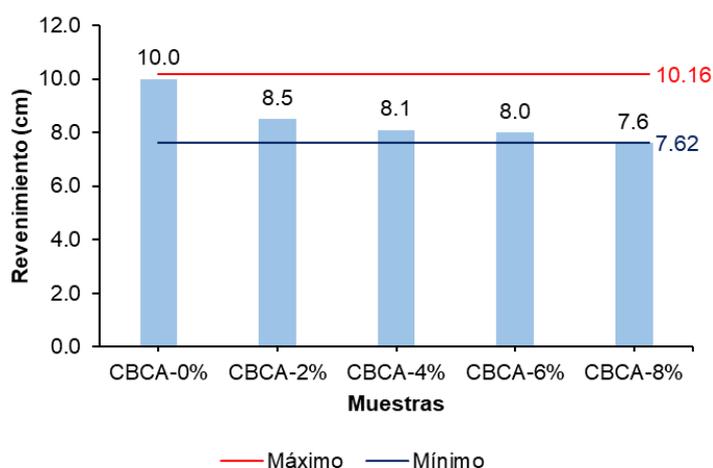


Fig. 49. Análisis del revenimiento en concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De forma análoga, en el diseño de mezclas se definió que la mezcla debe tener una consistencia plástica. En la Figura 49 se ilustra el revenimiento de las muestras patrón junto a las adiciones de CBCA además del valor máximo (4 pulg) y mínimo (3 pulg). Se observa que las muestras cumplen con lo definido, aunque la muestra con adición del 8% se encuentra solo decimales por debajo. Además, se presenta una pérdida de consistencia de la mezcla conforme aumenta la adición de CBCA.

Temperatura.

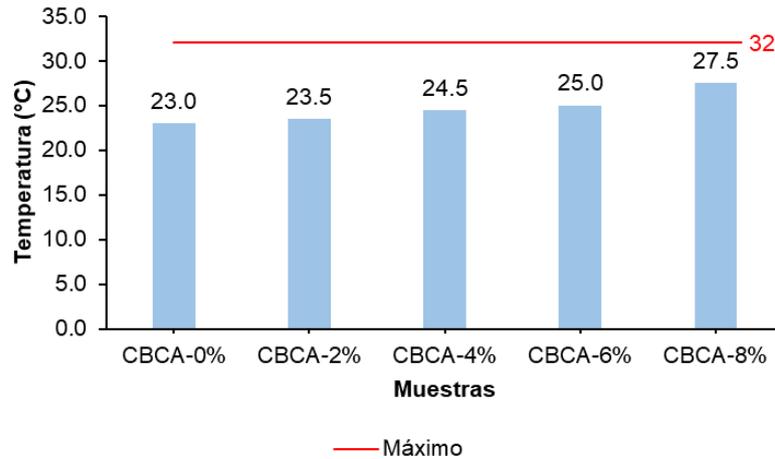


Fig. 50. Análisis de la temperatura en concreto $f'c=280$ Kg/cm². Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados del ensayo de temperatura en el concreto fresco se presentan en la Figura 50, la temperatura de las muestras no propasa el parámetro máximo estipulado por la Norma E.060 de Concreto Armado. También, se evidencia un incremento en la temperatura junto con la adición de CBCA.

Objetivo 4 - Evaluar las características mecánicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210$ Kg/cm² y $f'c = 280$ Kg/cm².

Caracterización mecánica del concreto convencional y adicionado

Las propiedades mecánicas de un concreto convencional, así como de concreto con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar se presentan a continuación.

Concreto $f'c=210$ Kg/cm².

Resistencia a la compresión uniaxial.

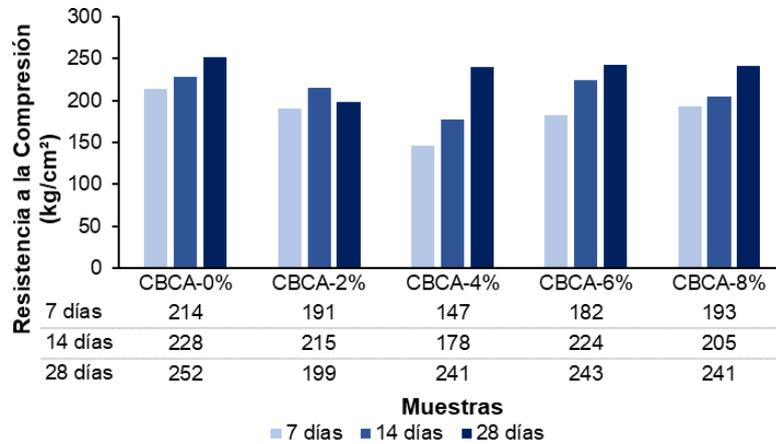


Fig. 51. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=210$ Kg/cm² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 51, se ilustran los resultados de la prueba de resistencia a la compresión uniaxial en las muestras ensayadas en los tres días de curado y las diferentes adiciones de la CBCA. Se consideraron promedios en los días de curado. La muestra con adición de 2% presenta valores menores que el resto de muestras.

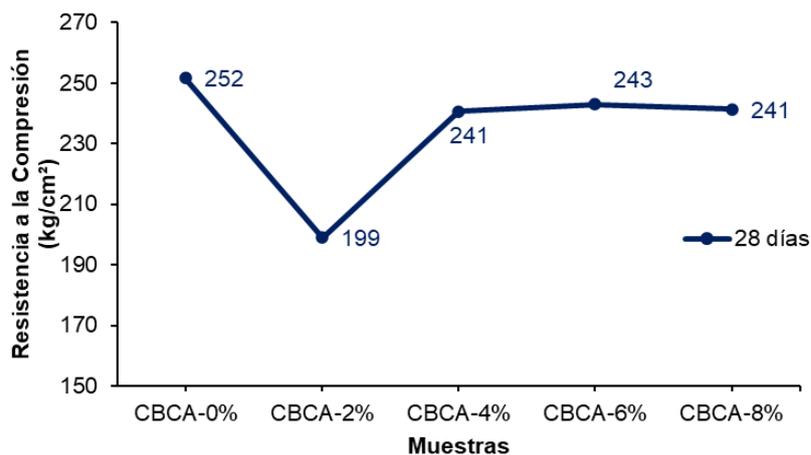


Fig. 52. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De igual forma, en la Figura 52 se visualizan los resultados promedios a los 28 días. Se puede contemplar que las muestras con adición de CBCA señalan menor resistencia a

la en función a la muestra patrón, empero, especialmente el 2% de adición presenta menores valores.

Módulo de elasticidad.

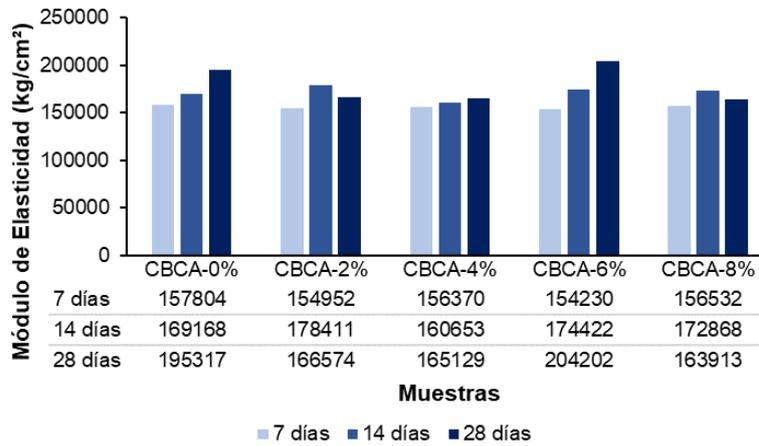


Fig. 53. Análisis del módulo elástico para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De forma análoga, los resultados del ensayo de módulo elástico de acuerdo a los días de curado de 7, 14 y 28 días, se muestran en la Figura 53. En la comparativa se resalta que la adición del 6% de CBCA es más elevada que la muestra patrón.

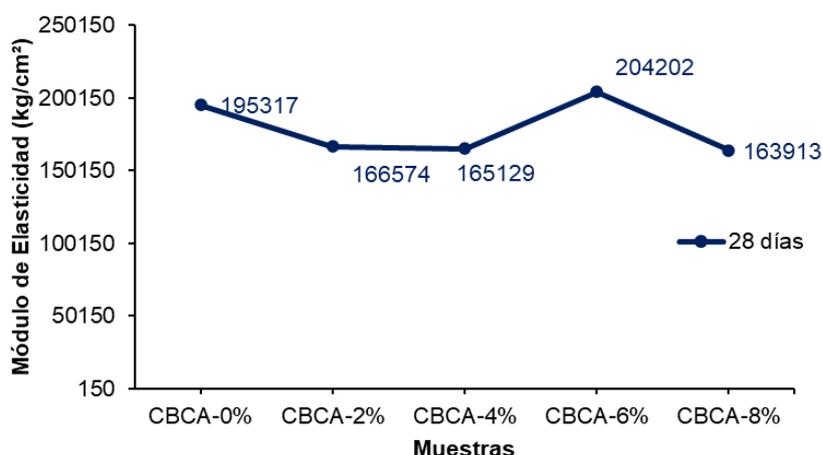


Fig. 54. Análisis del módulo de elasticidad para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 54 se muestra el módulo elástico solo en los 28 días de cada muestra. Se visualiza cómo la adición de 6% tiene el valor más elevado (204202 Kg/cm^2), pero que, en las adiciones contiguas (4% y 8%), no superan 170000 Kg/cm^2 .

Resistencia a la flexión.

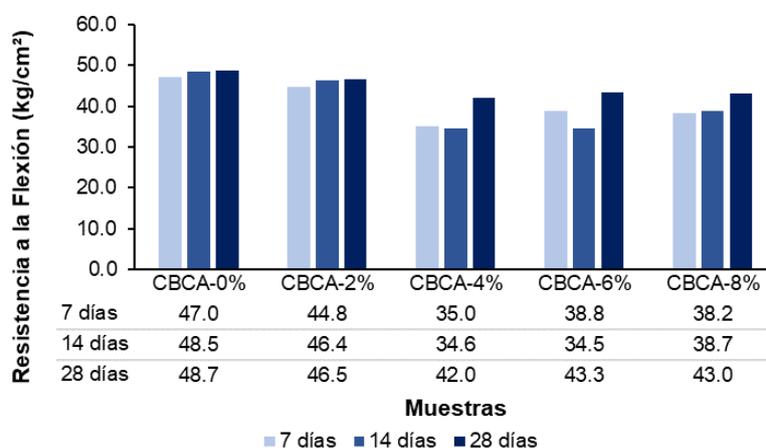


Fig. 55. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Los resultados promedios de la prueba de resistencia a la flexión por cada día de curado se presentan en la Figura 55. En este se observa un decremento de la resistencia conforme a la adición de CBCA.

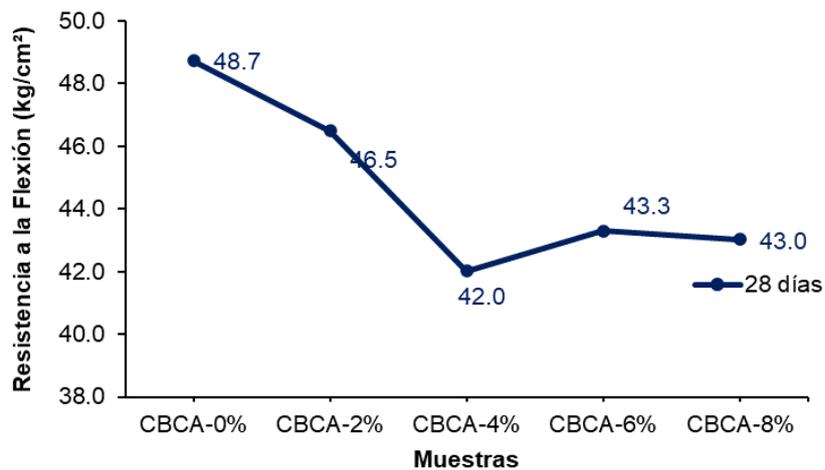


Fig. 56. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De manera similar, se tiene la Figura 56, que esquematiza los resultados solo en los 28 días de curado. Se observa un decremento en la resistencia a la flexión referente al aumento de adición de CBCA.

Resistencia a la Tracción.

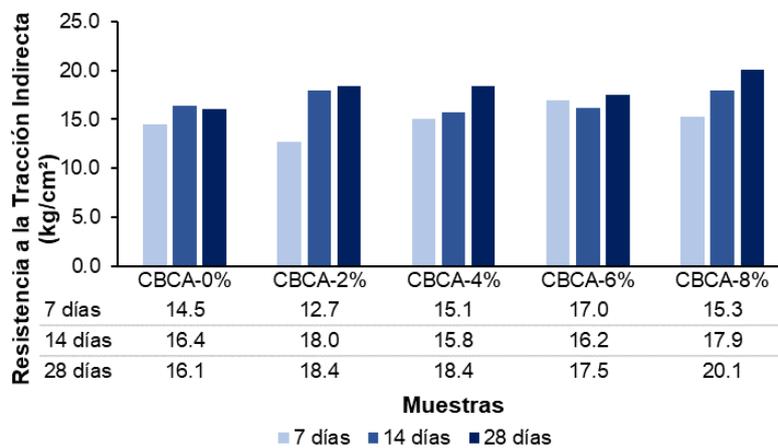


Fig. 57. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=210$ Kg/cm² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Al mismo tiempo, en la Figura 57, se visualiza el promedio de los resultados de la resistencia a la tracción para los diferentes días de curado. Se observan mejoras en las adiciones de 4%, 6% y 8% a lo largo de los días de curado.

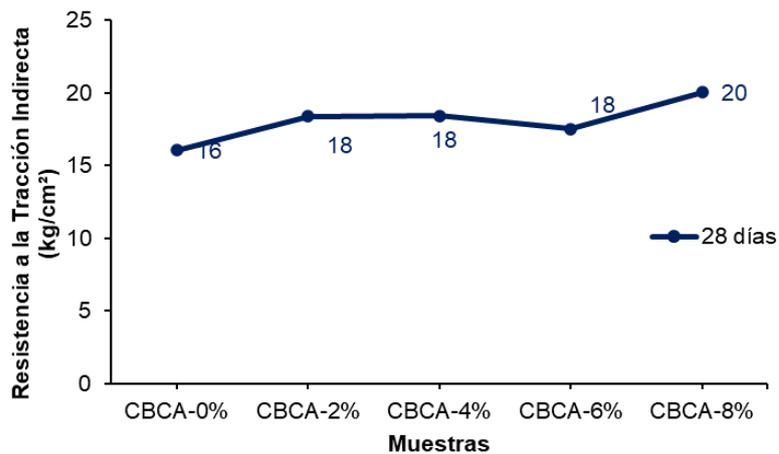


Fig. 58. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Así mismo en la Figura 58, se muestran los resultados promedio para los 28 días de curado. Se observa cómo solo en la muestra de adición de 6% se reduce esta propiedad, pero que crece con respecto a la adición de CBCA.

Concreto $f'c=280$ Kg/cm².

Resistencia a la compresión uniaxial.

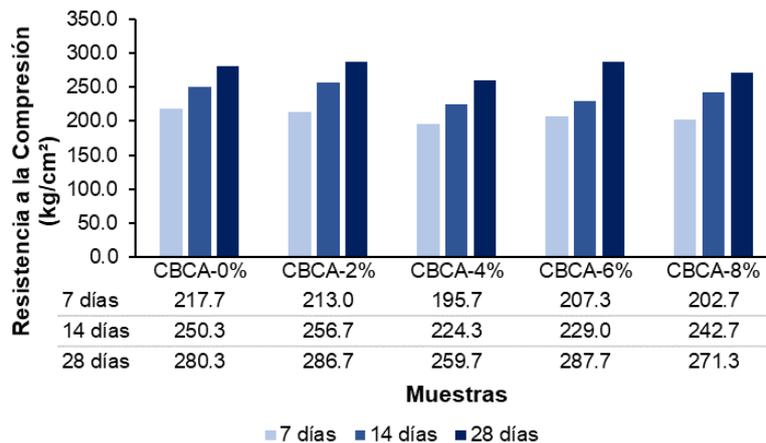


Fig. 59. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=280$ Kg/cm² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 59 se ilustran los resultados medios en los días de curado para la prueba de resistencia a la compresión uniaxial en muestras de $f'c=280$ Kg/cm². En las muestras de 2% y 6% se tienen valores superiores en función a la muestra patrón.

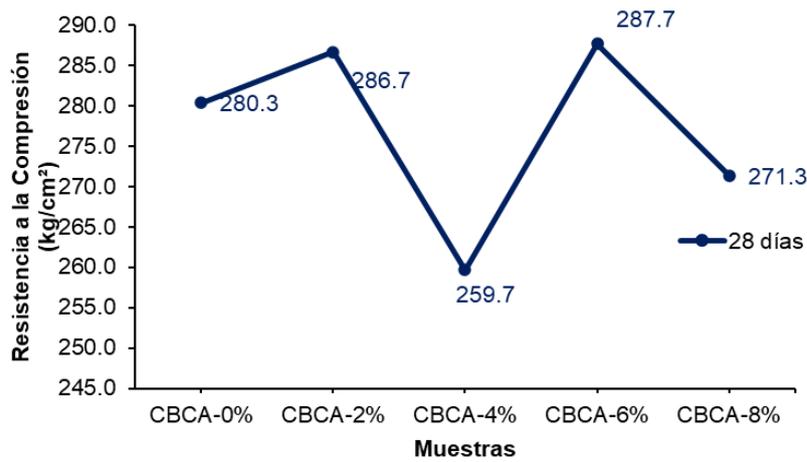


Fig. 60. Análisis de la resistencia a la compresión $f'c=280$ Kg/cm² a los 28 días.

De igual modo, en la Figura 60 se aprecian los resultados medios a los 28 días. Se pueden visualizar decrementos en las muestras de 4% y 8%.

Módulo de elasticidad.

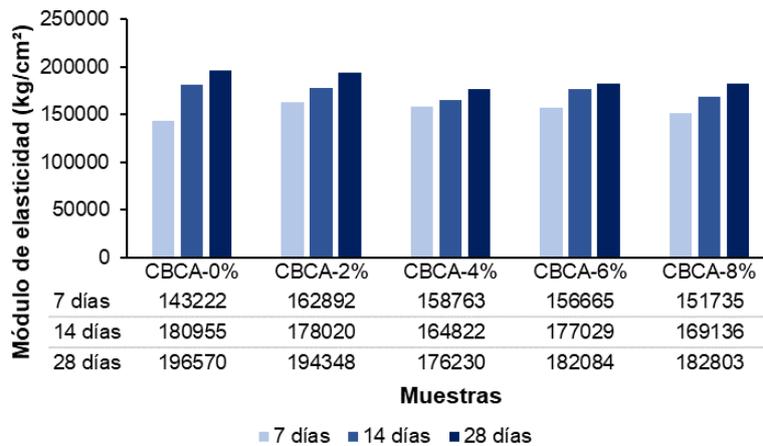


Fig. 61. Análisis del módulo de elasticidad para $f'c=280$ Kg/cm² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De forma análoga, en la Figura 61 se ilustran los resultados promedio por día de curado del ensayo de módulo de elasticidad. Comparando las muestras con el concreto patrón se presenta una reducción en los valores de las adiciones de CBCA.

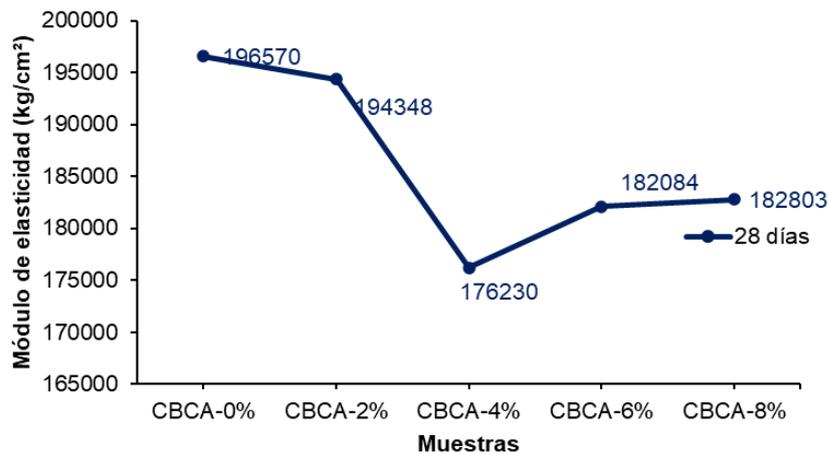


Fig. 62. Análisis del módulo de elasticidad para $f'c=280$ Kg/cm² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 62 se muestra el módulo elástico a los 28 días de edad de curado. Se aprecia que la adición de 2% tiene el menor valor a comparación de las demás muestras y que, además, con la adición de CBCA disminuye el módulo de elasticidad.

Resistencia a la flexión.

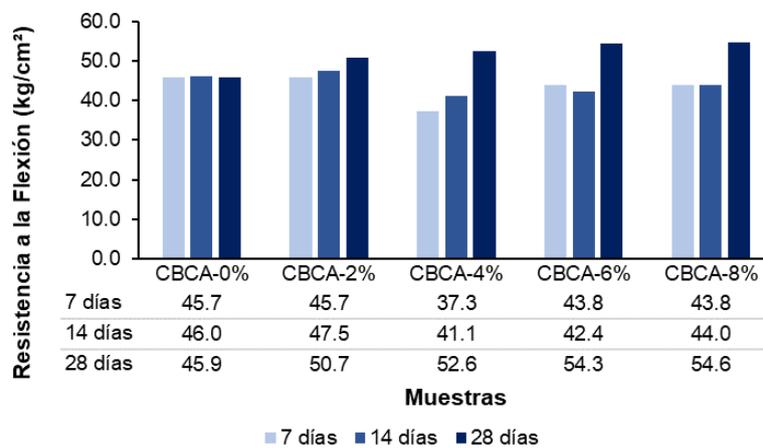


Fig. 63. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=280$ Kg/cm² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

En la Figura 63, se visualizan los resultados medios por cada día de curado de la prueba de resistencia a la flexión. Se observan resultados menores en los 7 y 14 días de curado con respecto al patrón.

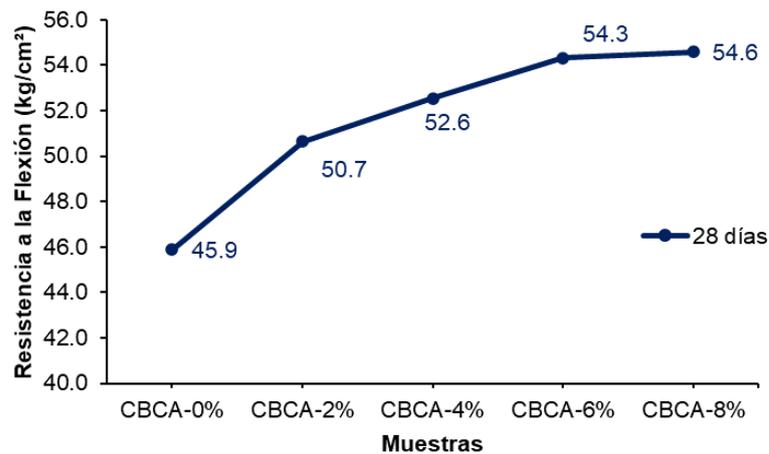


Fig. 64. Análisis de la resistencia a la flexión para $f'c=280$ Kg/cm² a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De forma similar, en la Figura 64 se ilustran los resultados a los 28 días de curado. Se demuestra un incremento de esta propiedad de acuerdo a la adición de CBCA.

Resistencia a la Tracción.

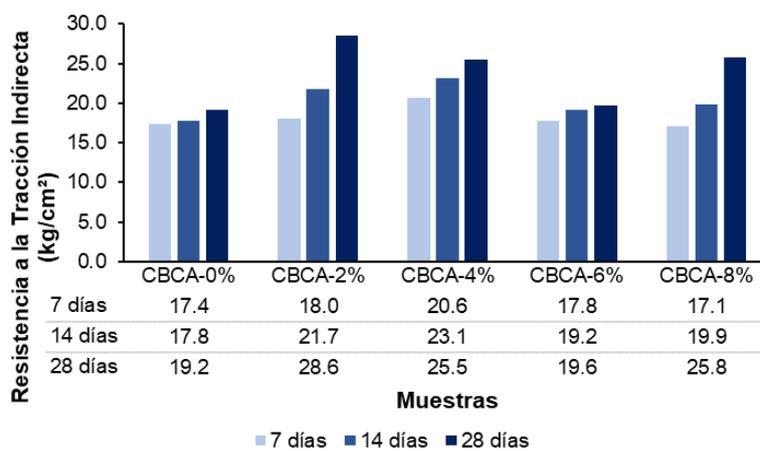


Fig. 65. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=280$ Kg/cm² en los diferentes días de curado. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

De igual forma, en la Figura 65, se ilustra el promedio de los resultados mostrados de la prueba de resistencia a la tracción de acuerdo a los días de curado. Se observan mejoras en las adiciones de 4%, 4% y 8% a lo largo de los días de curado.

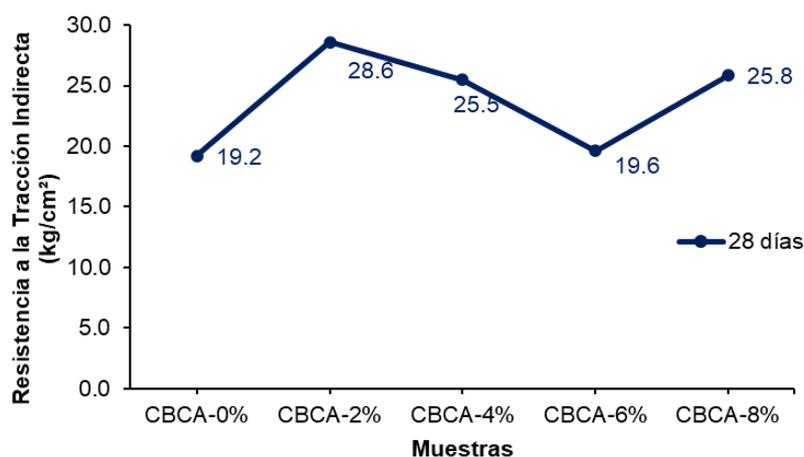


Fig. 66. Análisis de la resistencia a la tracción para $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días. Adaptado del informe de laboratorio LEMS W&C EIRL.

Al mismo tiempo, en la Figura 66 se ilustran los resultados promedio para los 28 días de curado. Se observa que en la muestra de adición de 6% disminuye considerablemente hasta estar cercano al concreto patrón, pero que vuelve a incrementar con la adición de 8%.

3.2. Discusión

Según los resultados de esta investigación las mejoras se observan más en las características mecánicas de las adiciones del 2% y 6% de CBCA. A continuación, se discuten los resultados de acuerdo a los objetivos planteados.

Objetivo 1 - Estimar las propiedades físicas de los agregados fino y grueso en cuatro canteras.

Agregado Fino

Los resultados del estudio de canteras sobre el agregado fino indican que solo la cantera La Victoria cumple con la **granulometría** dentro del huso granulométrico establecido por la normativa correspondiente y con un **módulo de fineza** de 3.30. Por consiguiente, dado que este es uno de los ensayos más importantes para aceptar o rechazar una muestra, se tomó en consideración los resultados de este ensayo para la

elaboración del concreto. [35] corrobora que también la cantera la Victoria estuvo dentro de los parámetros estipulados, teniendo con un módulo de fineza de 3.11.

La **gravedad específica** del agregado fino de las canteras estudiadas se encuentra dentro de 2.52 y 2.66 g/cm³. De igual manera, el **peso unitario suelto húmedo** muestra valores entre 1.15 y 1.54 g/cm³. El **porcentaje de humedad** de las muestras ensayadas fue menor al 2% en todas las canteras. Así también concuerda [35], teniendo que, para la misma cantera, en la propiedad de peso unitario suelto un valor 2.53 g/cm³ y un valor de 0.30% como porcentaje de humedad.

Agregado Grueso

Los resultados de las propiedades ensayadas del agregado grueso indican que la **granulometría** de tamaño comercial de 3/4" no cumple con los parámetros indicados por la normativa. Al mismo tiempo, el tamaño comercial de 1/2" para la cantera Pacherres, cuya curva se adecúa perfectamente dentro del huso granulométrico 67 fue escogido para la elaboración del concreto. Así concuerda también [35], que obtuvo una curva que se adecuó a la normativa en la cantera Pacherres, teniendo como tamaño máximo nominal de 3/4".

El **peso específico** de las muestras de 1/2" muestran resultados entre 2.64 y 2.75 g/cm³, mientras que para el tamaño de 3/4", presentan valores entre 2.56 y 2.75 g/cm³.

El **peso unitario suelto húmedo** en la muestra de tamaño 1/2" se encuentran comprendidos entre 1.42 y 1.64 g/cm³ y con humedad menor a 2%. Así mismo para las muestras de tamaño 3/4", el peso unitario suelto seco se encuentra entre 1.35 y 1.38 g/cm³, con humedad menor al 2%. [35] obtuvo una humedad de 0.49%, y peso unitario suelto seco de 1.426 kg/m³ para la misma cantera.

Finalmente, el **estudio de canteras** concluyó que el agregado fino obtenido de la Cantera La Victoria y el agregado grueso con tamaño 1/2" de la Cantera Pacherres son los que presentaron los mejores resultados y fueron tomados para la elaboración del concreto.

Objetivo 2 - Obtener la ceniza de bagazo de caña de azúcar y evaluar sus propiedades respectivas.

Procesamiento de la CBCA

La ceniza de bagazo de caña de azúcar fue adquirida por un proceso de quemado a temperaturas de 550°C, 600°C, 650°C y 700°C. Luego se molió y tamizó por la malla N° 270 para ejecutar la prueba de resistencia a la compresión de cubos de 5 cm, teniendo como resultado que la adición de CBCA a la temperatura de 650°C tuvo un resultado promedio de 186 Kg/cm² a los 7 días y 221.5 Kg/cm² a los 28 días, es decir, un 84% de resistencia se obtuvo a los 7 días. Finalmente, con esta temperatura se elaboró el concreto con adición.

Para Rosseira et al. [112] el impacto de la ceniza en el concreto depende primordialmente de la temperatura de calcinación y del tamaño con el que se tamiza la ceniza. Agregan que la temperatura que permite una actividad puzolánica ideal de la CBCA experimentalmente se encuentra entre 600°C y 700°C y temperaturas de calcinación ascendentes a 800°C cristalizan la ceniza y cambian su composición química. Así mismo, el tamaño de la ceniza tamizada por la malla N° 50 (300 µm), resultó tener resultados mejores que los tamaños comprendidos entre 210 µm y 53 µm, sin embargo, si la ceniza tiene tamaños menores a 45 µm, se comporta de manera similar e incluso mejor que la ceniza tamizada por la malla N° 50. Esto puede deberse a que se comporta como el cemento, que tiene un 95% de partículas con tamaños menores a 45 µm y es decisivo para la resistencia del concreto [113]. En definitiva, mientras la temperatura de calcinación esté comprendida entre 600°C a 700°C y el tamaño de las partículas sean tamizados para tener tamaños similares a 300 µm o menores a 45 µm, se puede considerar un buen comportamiento de la ceniza.

Densidad de la CBCA

La CBCA tuvo una densidad de 2.315 g/cm³, así también demuestran [114] y Prieto García et al. [115], con resultados entre 2.17 y 2.27 gr/cm³. Por otro lado, [35] obtuvo un peso específico mayor, siendo 2.74 gr/cm³.

Porcentaje de calcinación

El porcentaje de calcinación (*LOI* por sus siglas en inglés) obtenido en esta investigación fue de 9.5%. Este concuerda con Jiménez et al. [116] y Ashebir et al. [117] que comentan un *LOI* comprendido entre 10% y 11%, siendo sus composiciones químicas de SiO₂ entre 55% y 65% respectivamente. Sin embargo, [35] comenta que obtuvo una pérdida de masa de 86.74%, en otras palabras, un porcentaje de calcinación de 13.26%.

Objetivo 3 - Evaluar las características físicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Caracterización física en concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Los resultados de la caracterización física del concreto convencional y adicionado para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ demostraron que el revenimiento disminuyó de 10.16 cm a 7.90 cm con la adición de CBCA, pero manteniéndose dentro de una consistencia plástica.

La **temperatura** aumentó de 26°C a 29°C de acuerdo a la adición de CBCA, manteniéndose dentro de la normativa.

El **peso unitario** en estado fresco presentó una disminución de acuerdo a la adición de CBCA, teniendo valores desde 2472 kg/m³ para el concreto patrón hasta 2433 kg/m³ para la adición de 8%.

Caracterización física en concreto de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

De igual manera para la caracterización física para $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$, se tuvo que el revenimiento se redujo de 10 cm a 7.60 cm con la adición de CBCA, empero teniendo una consistencia plástica.

La **temperatura** se incrementó desde 23°C hasta 27.5°C de acuerdo a la adición de CBCA, cumpliendo los parámetros de la normativa.

El **peso unitario** en estado fresco presentó una reducción de acuerdo a la adición de CBCA, teniendo valores desde 2423 kg/m³ para el concreto patrón hasta 2399 kg/m³ para la adición de 8%.

Caracterización física en general

En resumen, en esta investigación, el revenimiento y el peso unitario se redujeron conforme la adición de la CBCA, mientras que la temperatura aumentó; pero todos los ensayos cumplieron con la normativa vigente.

[48] así como Farfán y Pastor [118] corroboran la disminución del **revenimiento** de acuerdo al aumento de CBCA. Esto debido a que, como se agrega un material puzolánico a la mezcla de concreto, este tiende a fusionarse con el agua, restando plasticidad aunque la mezcla se mantiene manejable.

De la misma manera [48] obtuvo **pesos unitarios** menores de acuerdo al aumento de CBCA, que van desde 2380 hasta 2312 kg/m³.

Así también, Ramírez [119] y Coronel Camino et al. [120] concuerdan con que el aumento de **temperatura** depende de la adición de CBCA, siendo sus resultados entre 20°C y 21.5°C, por otro lado, [48] relata no encontrar variación en esta propiedad, siendo constante (23°C).

Objetivo 4 - Evaluar las características mecánicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Caracterización mecánica en concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Los resultados de la caracterización mecánica del concreto para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ demostraron que en la prueba de **módulo elástico** se tienen disminuciones con respecto en función del patrón, con excepción de la adición de 6% de CBCA, que mostró un incremento en los tres días de curado. Además, a los 28 días presenta un aumento de casi el 5% en función a la muestra patrón.

En la prueba de **resistencia a la compresión** se presenta una disminución que depende del incremento de CBCA, así también, en la adición de 2% se tiene aún mayor disminución con respecto a las demás muestras.

En la prueba de **resistencia a la flexión** se observaron decrementos que dependen de la adición de CBCA, empero se observó incluso mayor disminución en la adición de 4%.

En la prueba de **resistencia a la tracción indirecta** se registraron incrementos que refieren al aumento de CBCA, teniendo los mejores resultados en la adición de 8%. Sin embargo, se observó también un decremento mayor en la muestra con 4% de adición.

Caracterización mecánica en concreto de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Los resultados de la caracterización mecánica del concreto para $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ muestran que en el **módulo de elasticidad** se presentan disminuciones que depende de la adición de CBCA, aunque tienen mayor notoriedad en el 4% de adición.

En la prueba de **resistencia a la compresión** se observaron altibajos, siendo los mejores resultados para las adiciones de 2% y 6% de CBCA que superan incluso al concreto patrón. No obstante, el valor mínimo se obtuvo en la muestra de 4%.

En la **prueba de resistencia a la flexión** se registró un incremento dependiente de la adición de la CBCA. El mejor resultado se obtuvo en la adición de 8%, teniendo un aumento del 19% con respecto a la muestra patrón.

En la **prueba de resistencia a la tracción indirecta** se analizó que en las muestras con adición de CBCA es tuvieron valores indiferentes, aunque superiores a la muestra patrón. El mejor resultado se obtuvo en el 2%, representando un aumento del 49% con respecto a la muestra patrón.

Caracterización mecánica en general

En definitiva, se tiene que el **módulo elástico** decrece de acuerdo a la adición de CBCA. Esto se puede corroborar también con Amin et al. [121] y Coronel Camino et al. [120], que describen que la adición de CBCA involucra la disminución en esta propiedad mecánica.

En la prueba de **resistencia a la compresión** presenta disminución en las muestras de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con respecto a la adición de CBCA, mientras que en las muestras de $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$, presentan una mejora notoria pero cambiante e independiente

de la adición de CBCA. Para Jiménez et al. [116], Farfán y Pastor [118] y Coronel Camino et al. [120] la resistencia a la compresión incrementa hasta cierto porcentaje de adición, mientras que para [48], esta propiedad solo disminuye con la adición de CBCA.

Para la prueba de **resistencia a la flexión** se tienen decrementos en las muestras de $f'c=210$ Kg/cm², mientras que las otras muestras presentan aumento en esta propiedad. Aguilar y Sernades [122], Amin et al. [121] y Solanke et al. [123] demostraron incrementos en los resultados.

En la **resistencia a la tracción** se tuvieron incrementos tales como corroboran Aguilar y Sernades [122], aunque para el caso de las muestras $f'c=280$ Kg/cm², independientes de la adición de CBCA como también demuestran Solanke et al. [123].

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Propiedades físicas de los agregados

Se estimaron las propiedades físicas de los agregados tanto fino como grueso en cuatro canteras: Castro I, La Victoria, Ferreñafe y Pacherras. Después del análisis de sus propiedades, se escogió el agregado fino obtenido de la Cantera La Victoria y el agregado grueso de la Cantera Pacherras para la elaboración del concreto.

Procesamiento y propiedades de la CBCA

Se obtuvo la ceniza de bagazo de caña de azúcar según un proceso de quema, molienda y tamizado del bagazo que se consiguió del distrito de Chancay Baños, provincia de Santa Cruz y departamento de Cajamarca. Se evaluaron las propiedades como actividad puzolánica en temperaturas de quemado de 550, 600, 650 y 750°C. Así mismo, se escogió la temperatura de 650°C dado que fue la que tuvo mayores valores en la resistencia a la compresión y se determinaron la densidad y el porcentaje de calcinación correspondiente.

Características físicas del concreto

Se evaluaron las características físicas de asentamiento, temperatura y peso unitario en estado fresco del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Se presentaron disminuciones en la consistencia de la mezcla, así como también en su peso unitario. Por otro lado, la temperatura se elevó, aunque cumpliendo con la normativa.

Características mecánicas del concreto

Se evaluaron las características mecánicas de módulo de elasticidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%,

8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Se observaron aumentos en los ensayos realizados, pero algunos independientes de la adición de CBCA.

4.2 Recomendaciones

Propiedades físicas de los agregados

Los agregados obtenidos directamente en las canteras pueden o no cumplir con la normativa vigente, por eso es recomendable realizar el estudio de canteras. Estos valores permiten además realizar el diseño de mezclas de acuerdo a la cantera seleccionada.

Procesamiento y propiedades de la CBCA

Dado que la ceniza de bagazo de caña de azúcar depende de factores como la temperatura de incineración, tamaño de las partículas y las propiedades químicas, se crea una incertidumbre que en algunos casos provoca que se tengan resultados diferentes a los deseados; por lo que se recomienda seguir lineamientos similares a esta investigación para su obtención. Así mismo, se recomienda ensayar químicamente la CBCA obtenida, debido a que, investigaciones demuestran que los porcentajes de SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 de la ceniza están relacionados con su actividad puzolánica.

Características físicas del concreto

Las características físicas del concreto deben realizarse para evaluar la consistencia y comportamiento de la mezcla, por lo que se recomienda realizarlos siguiendo las normativas peruanas. Además, se recomienda evaluar el porcentaje de vacíos en el concreto convencional y adicionado con ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Características mecánicas del concreto

Se recomienda que para la caracterización mecánica del concreto se sigan los procedimientos descritos en la normativa peruana y americana. En el caso del módulo de elasticidad o Young en el concreto, aunque experimentalmente se ha demostrado que depende de la resistencia a la compresión y existe una fórmula para estimarla, también es recomendable ensayarla dado que existen variaciones debido a que la ceniza adicionada provoca cambios en su comportamiento mecánico.

REFERENCIAS

- [1] L. M. Mohlala, M. O. Bodunrin, A. A. Awosusi, M. O. Daramola, N. P. Cele y P. A. Olubambi, «Beneficiation of corncob and sugarcane bagasse for energy generation and materials development in Nigeria and South Africa: A short overview,» *Alexandria Engineering Journal*, vol. 55, nº 3, pp. 3025-3036, 2016.
- [2] J. E. Gonçalves, R. Paixão Manesco, R. R. Judson da Silva, C. F. Newton Aquotti, P. S. da Silva, M. d. I. A. L. Perez, M. Aparecida Andreazzi and A. A. de Moraes Filho, "Caracterização Física E Mecânica De Tijolos De Solo-Cimento Com Incorporação De Resíduos," *IGepec*, vol. 21, no. 2, pp. 182-196, 2017.
- [3] P. Kathirvel, M. Gunasekaran, S. Sreekumaran y A. Krishna, «Effect of partial replacement of ground granulated blast furnace slag with sugarcane bagasse ash as source material in the production of geopolymer concrete,» *Medziagotyra*, vol. 26, nº 4, pp. 477-481, 2020.
- [4] W. W. El-Nadoury, «Applicability of Using Natural Fibers for Reinforcing Concrete,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 2020, nº 809, pp. 1-7, 2020.
- [5] C. Gutiérrez Estupiñán, . J. Gutiérrez Gallego y . M. Sánchez Soledad, «Preparation of a Composite Material from Palm Oil Fiber and an Ecological Emulsion of Expanded Polystyrene Post-Consumption,» *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 29, nº 54, 2020.
- [6] A. Nicoara, A. Stoica, M. Vrabec, N. Rogan, S. Sturm, C. Ow-Yang, M. Gulgun, Z. Bundur, I. Ciuca y B. Vasile, «End-of-life materials used as

supplementary cementitious materials in the concrete industry,» *MDPI: Materials*, vol. 2020, nº 13, pp. 1-20, 2020.

- [7] A. Pandey y B. Kumar, «Evaluation of water absorption and chloride ion penetration of rice straw ash and microsilica admixed pavement quality concrete,» *Heliyon*, vol. 2019, nº 5, pp. 1-15, 2019.
- [8] B. Ribeiro, T. Yamamoto y Y. Yamashiki, «A Study on the Reduction in Hydration Heat and Thermal Strain of Concrete with Addition of Sugarcane Bagasse Fiber,» *MDPI: Materials*, vol. 2020, nº 13, pp. 1-14, 2020.
- [9] Ministerio De Desarrollo Agrario Y Riego, «Observatorio de Commodities - Azúcar,» 2022. [En línea]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3416746/Commodities%20Azúcar%3A%20ene-mar%202022.pdf>.
- [10] E. V. Apaza Lazo y J. L. Salcedo Tejeda, Influencia de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Bagazo de Caña de Azúcar (Materiales Puzolánicos Artificiales), Como Sustitutos Parciales del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280$, 2019.
- [11] J. P. Araujo Bautista, Resistencia A La Compresión Del Concreto, Adicionando Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar, En Reemplazo Del Agregado Fino, Cajamarca, 2019.
- [12] E. J. Salas Solorzano y A. J. Pinedo Infantes, Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018, Chimbote, 2018.

- [13] F. J. Rocca Villalobos, Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes, Ferreñafe 2020, 2020.
- [14] G. E. Gonzales Esquen, Elaboración del mortero seco usando ceniza de bagazo de caña para determinar la resistencia a compresión en muros de albañilería, 2020.
- [15] S. Y. Montero Flores, Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo, 2019.
- [16] R. G. Dal Molin Filho, L. M. Saragiotto Colpini, M. Meneghetti Ferrer, M. Fujiko Nagano, J. Márcia Rosso, E. Azzolini Volnistem, P. Roberto Paraíso y L. Mário de Matos Jorge, «Characterization of diferent sugarcane bagasse ashes generated for preparation and application as green products in civil construction,» *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 2019, nº 21, pp. 1687-1698, 2019.
- [17] P. Chindapasirt, P. Sujumnongtokul y P. Posi, «Durability and Mechanical Properties of Pavement Concrete Containing Bagasse Ash,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 17, nº 4, pp. 1612-1626, 2019.
- [18] P. V. Rambabu y G. V. Ramarao, «Effect of alkali curing environment on M30 grade Sugarcane Bagasse Ash (SCBA) Concrete,» de *International Conference on Sustainable Systems and Structures (ICSSS 2019)*, 2021.
- [19] J. d. S. Andrade Neto, M. J. Santos de França, N. S. de Amorim Júnior y D. Véras Ribeiro, «Effects of adding sugarcane bagasse ash on the properties and durability of concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 2021, nº 266, pp. 1-13, 2020.

- [20] P. Gupta Quedou, E. Wirquin y C. Bokhoree, «Sustainable concrete: Potency of sugarcane bagasse ash as a cementitious material in the construction industry,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 2021, n° 14, 2021.
- [21] A. S. Pooja Jha y R. Singh, «Agro-waste sugarcane bagasse ash (ScBA) as partial replacement of binder material in concrete,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 44, pp. 419-427, 2021.
- [22] G. Kumara, P. Sivapullaiah y A. S. Murthy, «Performance evaluation of sugar cane bagasse ash on the strength of concrete: A sustainable approach,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 75, pp. 106-111, 2023.
- [23] C. R. Teja, G. Nipun y A. Monica, «Mechanical Properties Of Partial Replacement Of Cement With Sugarcane Baggase Ash,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021.
- [24] S. A. Zareei, F. Ameri y N. Bahrami, «Microstructure, strength, and durability of eco-friendly concretes containing sugarcane bagasse ash,» *Construction and Building Materials*, vol. 184, pp. 258-268, 2018.
- [25] S. A. Memon, U. Javed, M. I. Shah y A. Hanif, «Use of Processed Sugarcane Bagasse Ash in Concrete as Partial Replacement of Cement: Mechanical and Durability Properties,» *Buildings*, vol. 12, n° 1769, 2022.
- [26] P. Jagadesh, A. Ramachandramurthy y R. Murugesan, «Evaluation of mechanical properties of Sugar Cane Bagasse Ash concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 176, pp. 608-617, 2018.
- [27] A. El-said, A. A. M. Ahmad, M. M. S. Sabri, A. F. Deifalla y M. Tawfik, «The Mechanical Behavior of Sustainable Concrete Using Raw and Processed Sugarcane Bagasse Ash,» *Sustainability*, vol. 14, 2022.

- [28] J. J. L. Balladares Uriarte y Y. K. Ramírez Villacorta, Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020, 2020.
- [29] H. H. Pastor Simón y M. G. Farfán Córdova, Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto, 2017.
- [30] K. Mariano Corne, Comparación de las resistencias a compresión y flexión del concreto adicionado con las cenizas de bagazo de caña de azúcar con el concreto normal $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, 2019.
- [31] K. E. Chumioque Bedon y L. B. Villegas Castillo, Resistencia a la Compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019, 2019.
- [32] S. M. Arana Yoplac, Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Como Sustituto Parcial De Cemento Portland En La Elaboración De Concreto $F'C=210\text{ Kg/Cm}^2$, 2018.
- [33] M. D. P. Hernández Huaripata y R. Rodas Mendoza, Determinación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018, 2018.
- [34] E. E. Idrogo Perez, Estudio De La Resistencia A La Compresión Del Concreto 210 Kg/Cm^2 Con Ceniza De Bagazo De Caña De Azucar Pimentel, Chiclayo, 2018.
- [35] R. S. Coronel Camino, Uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como reemplazo puzolanico porcentual en la fabricación de concreto estructural, Pimentel, 2020.
- [36] L. A. Vásquez Vidaurre, Evaluación De Las Propiedades Del Concreto Con Puzolana Obtenido Del Bagazo De Caña De Azúcar, Cayalti, Lambayeque. 2018, 2018.

- [37] F. Lamus Báez, *Concreto reforzado: fundamentos*, Eco Ediciones, 2016.
- [38] R. G. Solís Carcaño y M. A. Alcocer Fraga, «Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. 20, nº 4, pp. 1-13, 2019.
- [39] Ó. Palacio, Á. Chávez y Y. Velásquez, «Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados,» *Revista Tecnura*, vol. 21, nº 53, pp. 96-106, 2017.
- [40] INACAL, AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos NTP 400.037, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2018.
- [41] I. Martínez-Soto y C. Mendoza-Escobedo, «Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados,» *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, vol. 7, nº 3, pp. 151-164, 2006.
- [42] J. P. Zaniewski y M. S. Mamlouk, *Materiales para ingeniería civil*, Segunda ed., Pearson Educación, 2009.
- [43] S. Ma, W. Li y X. Shen, «Study on the physical and chemical properties of Portland cement with THEED,» *Construction and Building Materials*, vol. 213, pp. 617-626, 2019.
- [44] J. L. Cruzado Guevara y M. Li Zavaleta, *Análisis Comparativo De La Resistencia De Un Concreto Convencional Teniendo Como Variable El Agua Utilizada En El Mezclado*, Trujillo, 2015.
- [45] C. M. Bedoya-Montoya y C. A. Medina-Restrepo, «El concreto elaborado con aguas lluvia como aporte ambiental desde la construcción,» *Facultad de Ingeniería*, vol. 25, nº 41, pp. 31-39, 2015.
- [46] C. A. Juárez Alvarado, *Uso de las fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en el concreto*, 2006.

- [47] C. H. Chávez Bazán, Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico, 2017.
- [48] D. S. Apaza Hito, Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del Bagazo de Caña de Azucar (Cbca) con cemento Portland, ante agentes agresivos, 2018.
- [49] C. E. Acuña Giraldo y H. R. Caballero Huaylla, Resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) – San Jacinto, 2018.
- [50] S. M. Guerrero López, Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira, 2020.
- [51] M. Z. Bessenouci, N. E. B. Triki, S. Khelladi, B. Draoui y A. Abene, «The apparent thermal conductivity of pozzolana concrete,» *Physics Procedia*, vol. 21, pp. 59-66, 2011.
- [52] R. H. Jara Rodríguez y R. D. Palacios Ambrocio, Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto, 2015.
- [53] K. R. d. Palma, E. Tomaz, A. Soria-Verdugo y M. A. Silva, «The influence of the elemental and structural chemical composition on the ash fusibility of sugarcane bagasse and sugarcane straw,» *Fuel*, vol. 304, 2021.
- [54] Y. Li, J. Chai, R. Wang, X. Zhang y Z. Si, «Utilization of sugarcane bagasse ash (SCBA) in construction technology: A state-of-the-art review,» *Journal of Building Engineering*, vol. 56, 5 Junio 2022.

- [55] I. Tole, F. Delogu, E. Qoku, K. Habermehl-Cwirzen y A. Cwirzen, «Enhancement of the pozzolanic activity of natural clays by mechanochemical activation,» *Construction and Building Materials*, vol. 352, 2022.
- [56] C. Patil, M. Manjunath, S. Hosamane, S. Bandekar y R. Athani, «Pozzolonic activity and strength activity index of bagasse ash and fly ash blended cement mortar,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 42, nº 2, pp. 1456-1461, 2021.
- [57] INDECOPI, «NTP 334.009:2013. CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos,» de *Norma Técnica Peruana*, Lima, 2013, pp. 1-41.
- [58] INDECOPI, «NTP 334.005:2011. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland,» de *Norma Técnica Peruana*, Lima, 2011, pp. 1-7.
- [59] ASTM International, «ASTM C311/C311M. Standard Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete,» West Conshohocken, 2018, pp. 1-11.
- [60] C. P. Farfan Jimenes, Evaluación Técnico - Económica De Canteras Para El Estudio Definitivo Del Proyecto: Mejoramiento De La Carretera Tauca-Pallasca, 2014.
- [61] H. J. Herrera, Diseño de explotaciones de canteras para áridos, Universidad Politécnica de Madrid, 2007.
- [62] N. S. Sucapuca Caso, Estudio De Suelos Y Canteras Para El «Mejoramiento Y Construcción De La Carretera Ayo-Huambo, Provincia De Castilla Y Caylloma, Tramo Ayo - Canco, Subtramo Km.9+600 A Km. 13+849.64, Arequipa, 2017.
- [63] Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento, *Norma Técnica De Edificación E.060 Concreto Armado*, El Peruano, 2006.

- [64] E. A. Taype Matamoros, *Diseño De Explotación De Cantera Para Agregados*, Distrito De Huayucachi, Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2016.
- [65] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de ensayos de materiales*, Perú, 2016.
- [66] UCA-DME, *Densidad Total (Peso Unitario) Y Vacíos En Agregados Para Concreto*, San Salvador: UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA “JOSE SIMEON CAÑAS”.
- [67] B. C. Tomas Llamo, *Resistencia del concreto sustituyendo al cemento en 7% y 10% por la combinación de arcilla y esquisto*, Chimbote: Universidad San Pedro, 2019.
- [68] UCA-DME, *Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) Y Absorción Del Agregado Fino.*, San Salvador: UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA “JOSE SIMEON CAÑAS”.
- [69] S. H. Kosmatka, B. Kerkhoff, W. C. Panarese y J. Tanesi, *Diseño Y Control De Mezclas De Concreto*, Portland Cement Association, 2004.
- [70] A. Muciño Vélez y P. Santa Ana Lozada, *Diseño De Mezclas De Concreto*, Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.
- [71] J. G. J. Enriquez Vivanco y K. A. Shimabukuro Giagun, *Diseño de mezcla de concreto f'_{cr} 210 kg/cm² mediante la adición de vidrio molido reciclado en reemplazo parcial de cemento tipo I en Lima-Perú*, Lima: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 2020.
- [72] S. Laura Huanca, *Diseño de Mezclas de Concreto*, Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2006.

- [73] 360 EN CONCRETO, «ENSAYOS AL CONCRETO: ¿QUÉ Y CÓMO?,» 2022. [En línea]. Available: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-al-concreto/>.
- [74] Ó. D. Durán Plata y R. A. Peña Poveda, *Análisis comparativo entre los ensayos de caracterización para el control de calidad del concreto en estado fresco. Caso de estudio: Colombia - México*, Bogotá: Universidad Católica De Colombia, 2018.
- [75] F. Gastañadú Ruiz, «Dino. Control de Calidad de Concreto,» 25 Junio 2018. [En línea]. Available: http://www.dino.com.pe/download/?file=100600_Control_de_Calidad_de_Concreto.pdf.
- [76] Aceros Arequipa, Construyendo. Boletín 30, Nueva Vía Comunicaciones, 2016.
- [77] Konkretes, «Peso específico del concreto,» 18 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://konkretes.com/concreto/peso-especifico-concreto/>. [Último acceso: 2022 10 18].
- [78] E. Pasquel Carbajal, «3. Temperatura máxima de colocación del concreto,» 24 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.controlmixexpress.com/docs/EntendiendoElConcreto.pdf>. [Último acceso: 18 Octubre 2022].
- [79] Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento, Norma E.060 Concreto Armado, Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2020.
- [80] G. Valencia Elguera y M. A. Ibarra Navarro, *Estudio Experimental Para Determinar Patrones De Correlación Entre La Resistencia A Compresión Y La Velocidad De Pulso Ultrasónico En Concreto Simple*, Lima, 2013.

- [81] CEMEX, «¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?,» 5 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->.
- [82] NRMCA, «CIP 16 - Resistencia a flexión del concreto,» 16 Enero 2017. [En línea]. Available: <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>.
- [83] G. Ottazzi Pasino, Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento Del Concreto Armado, Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2004.
- [84] J. Carrillo, J. Cárdenas Pulido y W. Aperador Chaparro, «Efecto del ion cloruro sobre las propiedades mecánicas a compresión del concreto reforzado con fibras de acero,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 33, nº 2, pp. 149-171, Diciembre 2015.
- [85] J. Sánchez, I. Mateos, B. Díaz y A. Cobo, «Evolución del coeficiente de poisson de un hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero,» de *Congreso Internacional de Innovación Tecnológica en Edificación CITE 2016*, 2016.
- [86] F. Faria, *Determinación del Módulo de Elasticidad y la relación de Poisson en Concretos Estructurales con base al Diseño, Conceptualización y Fabricación de un equipo de ensayo adecuado para tal fin.*, 2013.
- [87] A. G. Gutiérrez Torres y L. M. Cala Cristancho, *Obtención Del Módulo De Elasticidad Y La Relación De Poisson, Para Concretos De 21y 28 Mpa En Seis Diferentes Obras Ubicadas En La Zona Occidental De Bogotá*, Colombia, 2015.

- [88] M. F. Serrano Guzmán y D. D. Pérez-Ruiz, «Análisis De Sensibilidad Para Estimar El Módulo De Elasticidad Estático Del Concreto,» *Investigación y desarrollo*, pp. 17-30, 2010.
- [89] J. Carrillo, S. Alcocer y W. Aperador, «Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. 14, nº 2, pp. 285-298, 2013.
- [90] M. F. Carvajal Buenahora y E. A. González Barragán, «Comparación De Los Módulos De Elasticidad De Concreto Normal, Con El Ensayo De Compresión Y El Ensayo De Flexión,» 2012.
- [91] E. A. Bruno Castillo y J. C. Peralta López, «Determinacion Del Modulo De Elasticidad Estatico A Compresión Del Concreto Producido En La Planta Concretera Dino-Chimbote,» 2014.
- [92] V. D. Sousa, M. Driessnack y I. A. C. Mendes, «An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs,» *Rev Latino-am Enfermagem* 2007, vol. 15, nº 3, 2007.
- [93] J. Veiga de Cabo, E. De la Fuente Díez y M. Zimmermann Verdejo, «Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño,» *Medicina y Seguridad del Trabajo*, vol. 54, nº 210, pp. 81-88, Marzo 2008.
- [94] C. Manterola, G. Quiroz, P. Salazar y N. García, «Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica,» *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 30, nº 1, pp. 36-49, 2019.
- [95] A. E. Oyola García, «La variable,» *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, vol. 14, nº 1, 2021.

- [96] J. Arias Gómez, M. Á. Villasís Keever y M. G. Miranda Novales, «El protocolo de investigación III: la población de estudio,» *Revista Alergia México*, vol. 63, nº 2, pp. 201-206, 2016.
- [97] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» *International Journal of Morphology*, vol. 35, nº 1, pp. 227-232, 2017.
- [98] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» *International Journal of Morphology*, vol. 35, nº 1, 2017.
- [99] J. Arias Gómez, M. Á. Villasís Keever y M. G. Miranda Novales, «El protocolo de investigación III: la población de estudio,» *Revista Alergia México*, pp. 201-206, 2016.
- [100] G. Santos Sánchez, Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla, Puebla: BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA, 2017.
- [101] CEMENTOS PACASMAYO S.A.A., «Grupodmat,» 20 Septiembre 2017. [En línea]. Available: http://grupodmat.com/assets/pdf/ficha_tecnica_pacasmayo_i.pdf.
- [102] L. K. Inguillay Gagñay, S. L. Tercero Chicaiza y J. L. Aguirre, «Ética en la investigación científica,» *Imaginario Social*, vol. 3, nº 1, pp. 42-51, 2020.
- [103] Universidad Señor de Sipán, «Código de Ética en Investigación. Universidad Señor de Sipán.,» 2 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.uss.edu.pe/uss/TransparenciaDoc/RegInvestigacion/Código%20de%20Ética.pdf>.
- [104] Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., «Agregados para concreto hidráulico. Especificaciones y métodos de prueba.,» de *El concreto en la obra. Problemas, causas y soluciones*, 2009, pp. 68-71.

- [105] G. A. Rivera L., «Concreto Simple,» 28 Agosto 2013. [En línea]. Available: <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>.
- [106] M. V. Quiroz Crespo y L. E. Salamanca Osuna, Apoyo Didáctico Para la Enseñanza y Aprendizaje en la Asignatura de “Tecnología del Hormigón”, Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón, 2006.
- [107] M. E. Portal Huamán, «Tecnología De Los Materiales,» [En línea]. Available: https://www.academia.edu/11775886/tecnologia_de_los_materiales.
- [108] ARGOS, «Ficha Técnica. Grava,» Junio 2019. [En línea]. Available: <https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2020/09/GRAVA-1.pdf>.
- [109] Y. Carpio, «Scribd,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/330815489/Ensayo-de-Peso-Unitario-Final#>. [Último acceso: 11 Febrero 2023].
- [110] J. Reyes Yenque, J. Quispe Quispealaya, N. Cadillo Ramirez, S. Julian Barra, J. Quispe Ñahui, T. Perez Arostegui y K. Ramirez Gil, «SlideShare,» 24 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/kedynamirezgil/laboratorio-de-concreto-n3los-pesos-unitarios-de-los-agregados-y-el-contenido-de-humedad>.
- [111] Aceros Arequipa, Construyendo, N. V. Comunicaciones, Ed., Lima, 2016.
- [112] A. Rosseira, N. N. Sarbini, I. S. Ibrahim, N. H. A. S. Lim, A. R. M. Sam y N. F. N. Ab.Karim, «Overview of the Influence of Burning Temperature and Grinding Time to the Properties of Cementitious Material based Agricultural Waste Products,» *IOP Publishing*, vol. 431, nº 8, Octubre 2018.
- [113] UMNG, «Finura del cemento Portland,» [En línea]. Available: http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/ingenieria_civil/tecnologi

a_del_concreto_y_laboratorio/unidad_1/medios/documentacion/p6h19.php.

[Último acceso: 27 Febrero 2023].

- [114] S. M. López Guerrero, «Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira,» *Universidad de Piura*, pp. 1-199, Julio 2020.
- [115] J. O. Prieto García, R. Quintana Puchol, E. Rodríguez Suárez y Á. Mollineda Trujillo, «Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar En La Remoción De Zinc En Soluciones Acuosas,» *Revista Centro Azúcar*, vol. 43, pp. 78-83, 18 Mayo 2016.
- [116] V. Jiménez-Quero, J. Guerrero-Paz y M. Ortiz-Guzmán, «Alternatives for improving the compressive strength of clay-based bricks,» *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1723, nº 1, Enero 2021.
- [117] D. A. Ashebir, G. A. Mengesha, D. K. Sinha y Y. B. Bereda, «Multi-response optimization of process and reinforcement parameters of hybrid reinforced Al matrix composites using Taguchi- Grey relational analysis,» *Engineering Research Express*, vol. 4, nº 4, Diciembre 2022.
- [118] M. G. Farfán Córdova y H. H. Pastor Simón, «Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto,» *Revista de Investigación y Cultura - Universidad César Vallejo*, Diciembre 2018.
- [119] R. A. Ramírez Ramírez, «Adición De Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Como Puzolana Para Mejorar Las Propiedades Mecánicas Del Concreto,» *Universidad de San Carlos de Guatemala*, Octubre 2020.
- [120] R. S. Coronel Camino, S. P. Muñoz Pérez y E. D. Rodríguez Lafitte, «Efecto De La Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar En Las Propiedades Del Concreto,» *Revista Científica Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 8, nº 2, Septiembre 2021.

- [121] M. Amin, M. Amin, M. M. Attia, I. S. Agwa, Y. Elsakhawy, K. A. el-hassan y B. A. Abdelsalam, «Effects of sugarcane bagasse ash and nano eggshell powder on high-strength concrete properties,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, 2022.
- [122] G. F. Aguilar Ascarza y K. A. Sernades Monzón, «Adición de ceniza de bagazo de caña y panca de maíz para mejorar las propiedades mecánicas concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, Abancay- 2021,» *Universidad César Vallejo*, 2022.
- [123] S. S. Solanke, P. Y. Pawade y H. A. Khan, «An experimental study on tensile as well as flexural strength of concrete by using sugarcane bagasse ash & steel fiber,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 60, pp. 627-637, 2022.
- [124] R. Berenguer, N. Lima, A. Valdés, M. Medeiros, N. Lima, J. Delgado, F. Silva, A. Azevedo, A. Guimarães y B. Rangel, «Durability of Concrete Structures with Sugar Cane Bagasse Ash,» *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2020, pp. 1-16, 2020.
- [125] A. L. Noreña, N. Alcaraz-Moreno, J. G. Rojas y D. Rebolledo-Malpica, «Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa,» *AQUICHAN*, pp. 263-274, 2012.
- [126] R. G. Solís Carcaño and M. A. Alcocer Fraga, "Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción," *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. 20, no. 4, pp. 1-13, 2019.

Estudio de Canteras: Granulometría en agregados gruesos



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

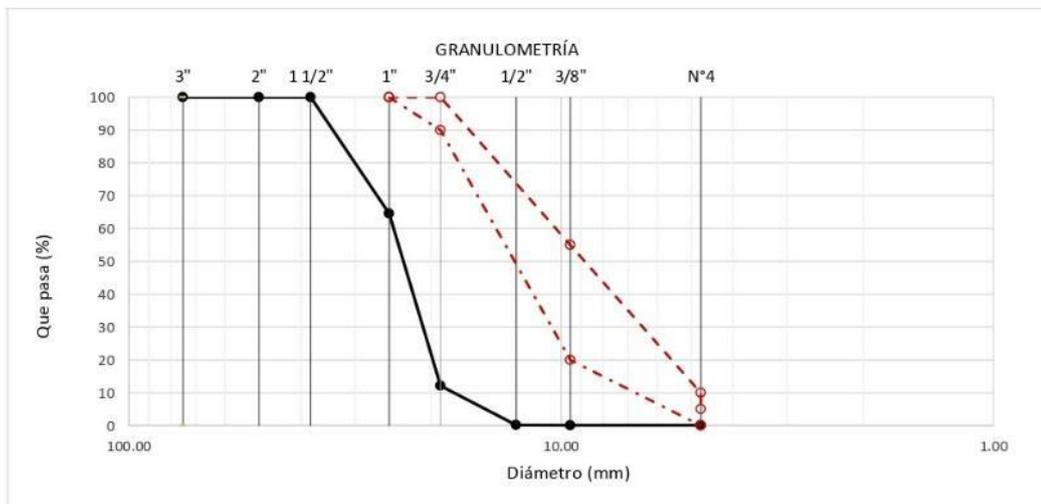
Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
Fin de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 3/4"

Cantera : Castro - Zaña

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 57
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	35.5	35.5	64.5	95 - 100
3/4"	19.00	52.4	87.9	12.1	-
1/2"	12.70	11.9	99.8	0.2	25 - 60
3/8"	9.52	0.1	99.9	0.1	-
N°4	4.75	0.0	99.9	0.1	0 - 10
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

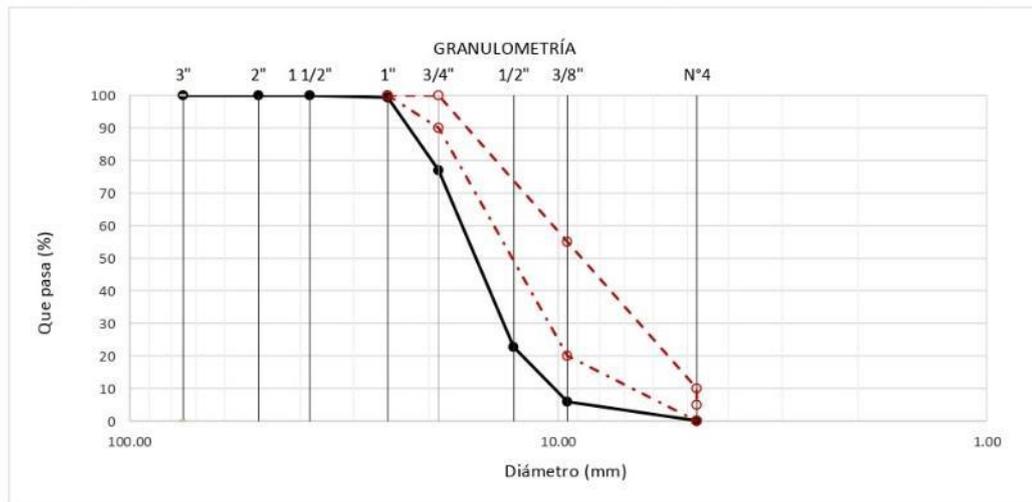
Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 1/2"

Cantera : Castro - Zaña

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	67
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.6	0.6	99.4	95 - 100
3/4"	19.00	22.4	23.0	77.0	-
1/2"	12.70	54.3	77.3	22.7	25 - 60
3/8"	9.52	16.8	94.1	5.9	-
N°4	4.75	5.8	99.9	0.1	0 - 10
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					1/2"


OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

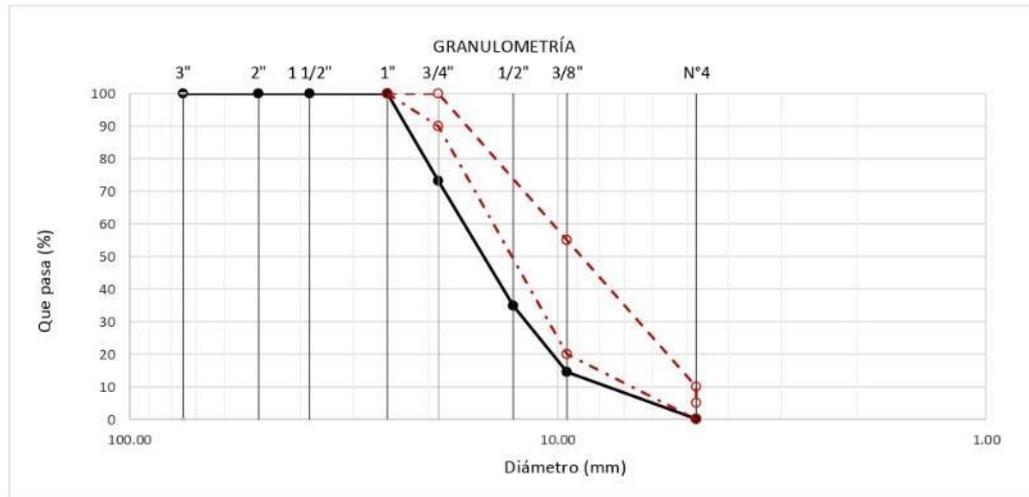
Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 3/4"

Cantera : Ferreñafe

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 67
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	26.8	26.8	73.2	90 - 100
1/2"	12.70	38.4	65.2	34.8	-
3/8"	9.52	20.3	85.5	14.5	20 - 55
N°4	4.75	14.4	99.9	0.1	0 - 10
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					1/2"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

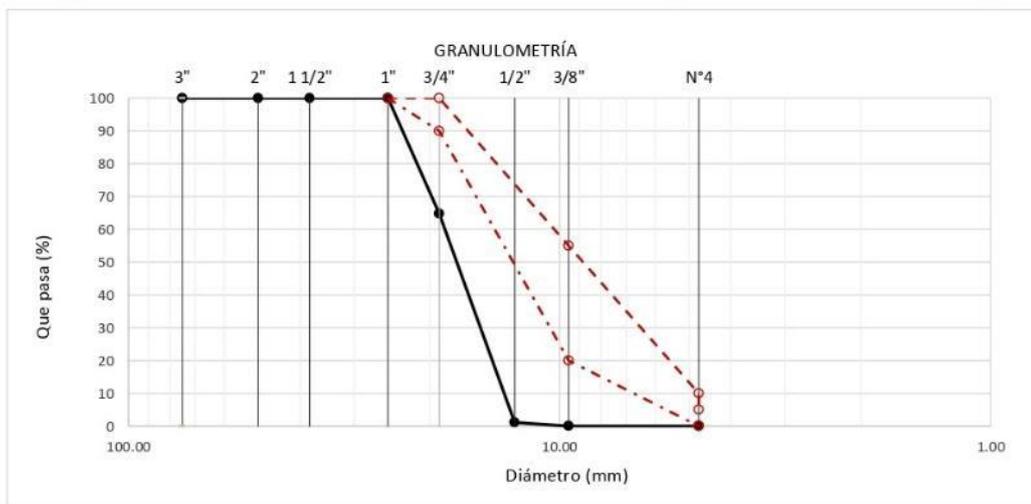
Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Jueves, 24 de Junio del 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 1/2"

Cantera : Ferreñafe

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz.	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 67
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	35.2	35.2	64.8	90 - 100
1/2"	12.70	63.7	98.9	1.1	-
3/8"	9.52	1.1	100.0	0.0	20 - 55
N°4	4.75	0.0	100.0	0.0	0 - 10
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

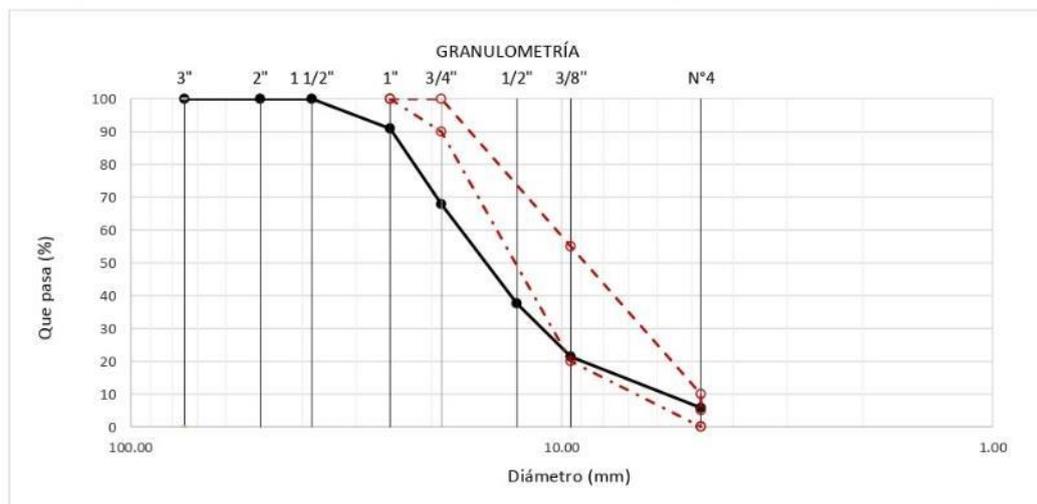
Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHÉ
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Jueves, 24 de Junio del 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : La Victoria

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	67
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	9.1	9.1	90.9	100
3/4"	19.00	23.0	32.1	67.9	90 - 100
1/2"	12.70	30.3	62.4	37.6	-
3/8"	9.52	16.2	78.6	21.4	20 - 55
N°4	4.75	15.6	94.2	5.8	0 - 10
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					1/2"


OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

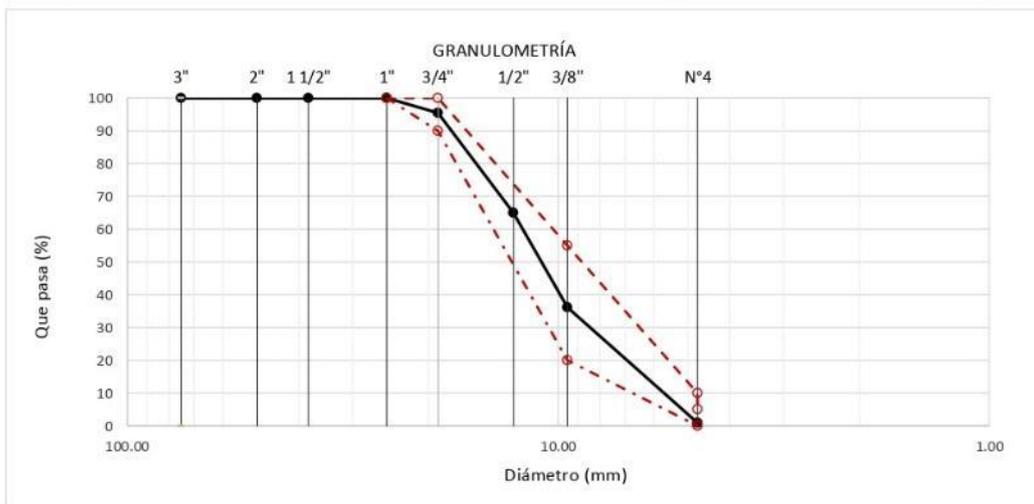
Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Viernes, 25 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Sábado, 26 de Junio del 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 3/4"

Cantera : Pacherras

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 67
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	4.5	4.5	95.5	90 - 100
1/2"	12.70	30.5	35.0	65.0	-
3/8"	9.52	28.9	63.9	36.1	20 - 55
N°4	4.75	35.2	99.1	0.9	0 - 10
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					1/2"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

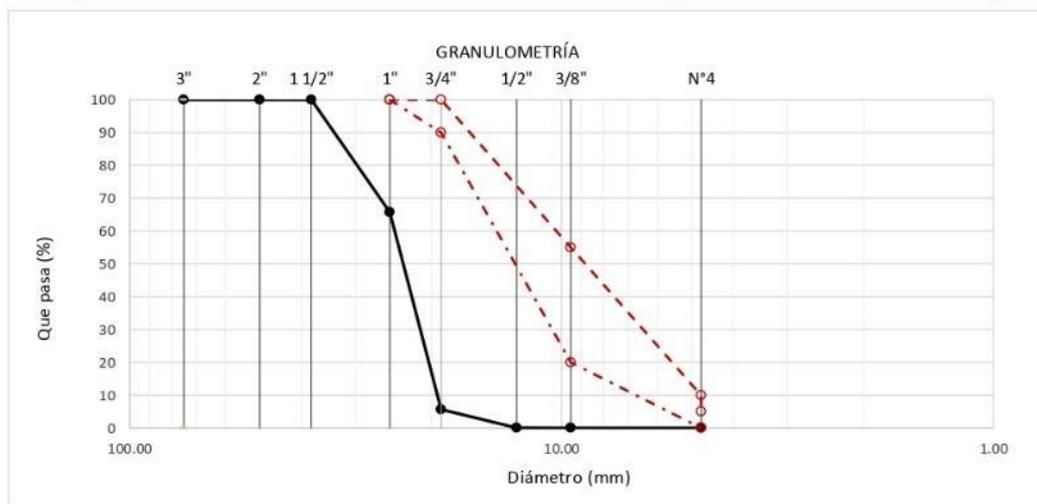
Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Viernes, 25 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Sábado, 26 de Junio del 2021

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 1/2"

Cantera : Pacherres

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	57
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	34.3	34.3	65.7	95 - 100
3/4"	19.00	60.1	94.4	5.6	-
1/2"	12.70	5.5	99.9	0.1	25 - 60
3/8"	9.52	0.1	100.0	0.0	-
N°4	4.75	0.0	100.0	0.0	0 - 10
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Estudio de Canteras: Gravedad Específica en agregados finos



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021
Fin de ensayo : Viernes, 25 de Junio del 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

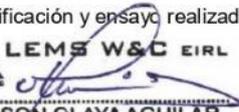
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Castro

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.612
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.543

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHÉ
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Viernes, 25 de Junio del 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

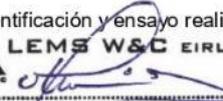
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Ferreñafe

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.522
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.281

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021
 Fin de ensayo : Viernes, 25 de Junio del 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

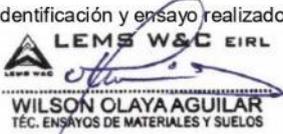
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.658
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.626

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHÉ
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Miércoles, 23 de Junio del 2021
Fin de ensayo : Viernes, 25 de Junio del 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

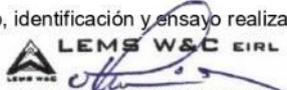
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.540
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.523

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Estudio de Canteras: Peso específico en agregados gruesos



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
Fin de ensayo : Miércoles, 30 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

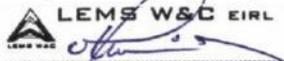
Muestra: Piedra Chancada 1/2"

Cantera: Castro

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.737
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.088

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Miércoles, 30 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

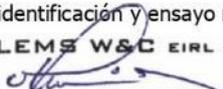
Muestra: Piedra Chancada 3/4"

Cantera: Castro

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.751
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.823

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHÉ
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Miércoles, 30 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

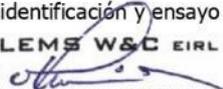
Muestra: Piedra Chancada 3/4"

Cantera: Ferreñafe

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.660
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.901

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Miércoles, 30 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

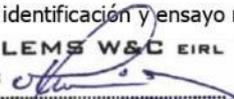
Muestra: Piedra Chancada 1/2"

Cantera: Ferreñafe

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.678
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.810

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Miércoles, 30 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Viernes, 02 de julio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada 1/2"

Cantera: Ferreñafe

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.748
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.217

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Miércoles, 30 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Viernes, 02 de julio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

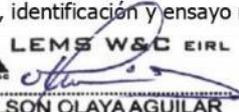
Muestra: Piedra Chancada 3/4"

Cantera: Pachерres

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.641
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.010

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Miércoles, 30 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Viernes, 02 de julio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada 1/2"

Cantera: Pacherres

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.557
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.084

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Estudio de Canteras: Peso unitario en agregados finos



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Castro I - Zaña

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1542.30
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1512.96
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1722.64
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1689.87
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

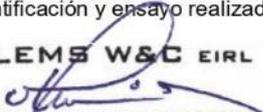
Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Ferreñafe

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1174.30
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1151.96
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1402.59
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1375.90
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 2206A-21/LEMS W&C
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

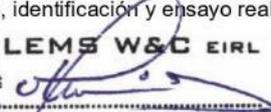
Muestra : Arena Gruesa

Cantera: La Victoria

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1152.39
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1147.75
Contenido de Humedad	(%)	0.40
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1404.87
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1399.22
Contenido de Humedad	(%)	0.40

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pachерres

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1395.28
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1368.74
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1606.22
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1575.66
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Estudio de Canteras: Peso unitario en agregados gruesos



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 1/2 Cantera: Castro I - Zaña

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1397.51
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1370.93
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1506.84
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1478.17
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Martes, 22 de junio del 2021.
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 3/4" Cantera: Castro I - Zaña

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1391.12
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1364.66
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1469.21
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1441.26
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 2206A-21/LEMS W&C
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 22 de junio del 2021.
Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

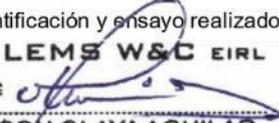
Muestra : Piedra Chancada 1/2" Cantera: Ferreñafe

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1418.10
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1391.12
Contenido de Humedad	(%)	1.94

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1469.21
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1441.26
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Martes, 22 de junio del 2021.
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Martes, 29 de junio del 2021.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 3/4" Cantera: Ferreñafe

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1411.71
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1384.85
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1504.00
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1475.38
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Martes, 22 de junio del 2021.
 Inicio de ensayo : Jueves, 24 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Sábado, 25 de junio del 2021.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 1/2" Cantera: La Victoria

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1587.06
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1556.86
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1638.88
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1607.70
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Martes, 22 de junio del 2021.
 Inicio de ensayo : Jueves, 24 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Sábado, 25 de junio del 2021.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

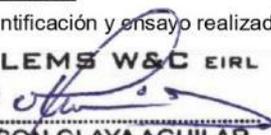
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 1/2" Cantera: Pachерres

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1346.40
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1339.42
Contenido de Humedad	(%)	0.52
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1422.36
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1414.99
Contenido de Humedad	(%)	0.52

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Martes, 22 de junio del 2021.
 Inicio de ensayo : Jueves, 24 de junio del 2021.
 Fin de ensayo : Sábado, 25 de junio del 2021.

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

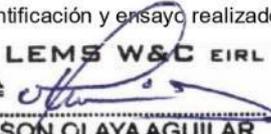
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 3/4" Cantera: Pachерres

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1374.08
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1347.94
Contenido de Humedad	(%)	1.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1474.18
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1446.14
Contenido de Humedad	(%)	1.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Estudio de la CBCA: Densidad



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Viernes, 02 de julio del 2021
Fin de ensayo : Viernes, 02 de julio del 2021

ENSAYO : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Portland.
NORMA : NTP 334.005

Muestra: **CBCA** (Cenizas de Bagazo de Caña de Azucar)

Masa de CBCA	(gr)	50
Vol.inicial kerosene	(ml)	0
Vol.final desplazado kerose	(ml)	21.6
Densidad CBCA	(g/ml)	2.315

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Estudio de la CBCA: Actividad puzolánica



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP. Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Sábado, 10 de julio del 2021
Fin de ensayo : Sábado, 31 de julio del 2021

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm ²
01	CUBO TEMP.550 - C1	03/07/2021	10/07/2021	7	41450	2518	16.46	167.85
02	CUBO TEMP.550 - C2	03/07/2021	10/07/2021	7	34310	2476	13.86	141.37
03	CUBO TEMP.550 - C3	03/07/2021	10/07/2021	7	40980	2511	16.32	166.45
04	CUBO TEMP.550 - C4	03/07/2021	17/07/2021	14	42760	2429	17.61	179.60
05	CUBO TEMP.550 - C5	03/07/2021	17/07/2021	14	35700	2459	14.52	148.06
06	CUBO TEMP.550 - C6	03/07/2021	17/07/2021	14	53720	2501	21.48	219.12
07	CUBO TEMP.550 - C7	03/07/2021	31/07/2021	28	65400	2486	26.31	268.39
08	CUBO TEMP.550 - C8	03/07/2021	31/07/2021	28	43630	2489	17.53	178.81
09	CUBO TEMP.550 - C9	03/07/2021	31/07/2021	28	34680	2474	14.02	143.00

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4

Cemento : Tipo I - Pacasmayo

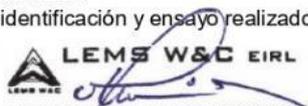
Arena : La Victoria - Pátapo

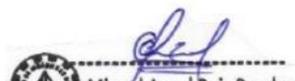
Agua : Potable de la zona

Ra/c : 0.75

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Sábado, 10 de julio del 2021
 Fin de ensayo : Sábado, 31 de julio del 2021

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm ²
01	CUBO TEMP.600 - C1	03/07/2021	10/07/2021	7	42230	2445	17.27	176.14
02	CUBO TEMP.600 - C2	03/07/2021	10/07/2021	7	43490	2473	17.58	179.36
03	CUBO TEMP.600 - C3	03/07/2021	10/07/2021	7	40420	2496	16.19	165.17
04	CUBO TEMP.600 - C4	03/07/2021	17/07/2021	14	46760	2511	18.62	189.94
05	CUBO TEMP.600 - C5	03/07/2021	17/07/2021	14	38700	2537	15.25	155.58
06	CUBO TEMP.600 - C6	03/07/2021	17/07/2021	14	56720	2480	22.87	233.30
07	CUBO TEMP.600 - C7	03/07/2021	31/07/2021	28	46670	2562	18.21	185.79
08	CUBO TEMP.600 - C8	03/07/2021	31/07/2021	28	49330	2538	19.43	198.22
09	CUBO TEMP.600 - C9	03/07/2021	31/07/2021	28	51740	2421	21.37	217.95

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4

Cemento : Tipo I - Pacasmayo

Arena : La Victoria - Pátapo

Agua : Potable de la zona

Ra/c : 0.75

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Domingo, 11 de julio del 2021
Fin de ensayo : Domingo, 01 de agosto del 2021

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma : NTP 334.051: 2013

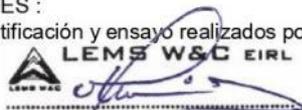
Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm ²
01	CUBO TEMP.650 - C1	04/07/2021	11/07/2021	7	44620	2556	17.46	178.02
02	CUBO TEMP.650 - C2	04/07/2021	11/07/2021	7	51050	2544	20.07	204.72
03	CUBO TEMP.650 - C3	04/07/2021	11/07/2021	7	44040	2565	17.17	175.12
04	CUBO TEMP.650 - C4	04/07/2021	18/07/2021	14	53020	2526	20.99	214.06
05	CUBO TEMP.650 - C5	04/07/2021	18/07/2021	14	56600	2578	21.96	223.98
06	CUBO TEMP.650 - C6	04/07/2021	18/07/2021	14	50240	2522	19.92	203.23
07	CUBO TEMP.650 - C7	04/07/2021	01/08/2021	28	58750	2582	22.76	232.12
08	CUBO TEMP.650 - C8	04/07/2021	01/08/2021	28	56530	2573	21.97	224.08
09	CUBO TEMP.650 - C9	04/07/2021	01/08/2021	28	49410	2418	20.43	208.42

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4
- Cemento : Tipo I - Pacasmayo
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona
- Ra/c : 0.75

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Domingo, 11 de julio del 2021
 Fin de ensayo : Domingo, 01 de agosto del 2021

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm ²
01	CUBO TEMP.700 - C1	04/07/2021	11/07/2021	7	39620	2516	15.75	160.60
02	CUBO TEMP.700 - C2	04/07/2021	11/07/2021	7	46050	2549	18.06	184.25
03	CUBO TEMP.700 - C3	04/07/2021	11/07/2021	7	39040	2513	15.54	158.48
04	CUBO TEMP.700 - C4	04/07/2021	18/07/2021	14	40370	2506	16.11	164.35
05	CUBO TEMP.700 - C5	04/07/2021	18/07/2021	14	59260	2501	23.69	241.67
06	CUBO TEMP.700 - C6	04/07/2021	18/07/2021	14	47170	2545	18.54	189.09
07	CUBO TEMP.700 - C7	04/07/2021	01/08/2021	28	51670	2584	20.00	203.97
08	CUBO TEMP.700 - C8	04/07/2021	01/08/2021	28	55330	2546	21.73	221.68
09	CUBO TEMP.700 - C9	04/07/2021	01/08/2021	28	57740	2581	22.37	228.16

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4
- Cemento : Tipo I - Pacasmayo
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona
- Ra/c : 0.75

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Diseño de Mezcla para Concreto $F'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 2206A-21/LEMS W&C
Solicitantes : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.
2.- Peso específico : 3120 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.658	gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.701	gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1.54	Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1.68	Kg/m^3
5.- % de absorción	1.6	%
6.- Contenido de humedad	0.4	%
7.- Módulo de fineza	3.30	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.585	gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.622	gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1.34	Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1.42	Kg/m^3
5.- % de absorción	1.44	%
6.- Contenido de humedad	0.52	%
7.- Tamaño máximo	3/4"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	1/2"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.8	95.2
Nº 08	14.6	80.6
Nº 16	24.2	56.4
Nº 30	31.2	25.2
Nº 50	15.0	10.2
Nº 100	8.0	2.2
Fondo	2.2	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	4.5	95.5
1/2"	30.5	65.0
3/8"	28.9	36.2
Nº 04	35.2	0.9
Fondo	0.9	0.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitantes : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2369 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 155 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 74 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 8.3 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.676

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 353 Kg/m³ : Tipo I - PACASMAYO.
 Agua 239 L : Potable de la zona.
 Agregado fino 986 Kg/m³ : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
 Agregado grueso 792 Kg/m³ : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

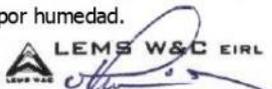
Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	2.80	2.25	28.7	Lts/pie ³

Proporción en volumen :

1.0	2.74	2.52	28.7	Lts/pie ³
-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades físicas del concreto patrón y adicionado



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycelr@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	Concreto patrón	210	22/03/2022	4.00	10.16
02	Adición de 2% de CBCA	210	22/03/2022	3.94	10.00
03	Adición de 4% de CBCA	210	22/03/2022	3.70	9.40
04	Adición de 6% de CBCA	210	22/03/2022	3.39	8.60
05	Adición de 8% de CBCA	210	22/03/2022	3.11	7.90

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	Concreto Patrón	210	22/03/2022	26.0
02	Adición de 2% de CBCA	210	22/03/2022	27.0
03	Adición de 4% de CBCA	210	22/03/2022	27.5
04	Adición de 6% de CBCA	210	22/03/2022	28.4
05	Adición de 8% de CBCA	210	22/03/2022	29.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	211.27	85	0.00000	0.000510	167823
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	215.41	86	8.80482	0.000572	148306
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	213.60	85	7.31930	0.000547	157284
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	232.63	93	9.51231	0.000527	174971
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	223.75	89	8.80281	0.000586	150599
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	228.47	91	11.79363	0.000487	181934
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	252.96	101	10.78050	0.000577	171514.30
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	248.89	100	15.48218	0.000451	209893.03
Patrón - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	252.37	101	16.98914	0.000460	204543.53

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

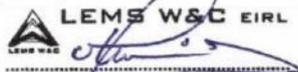


Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PATRÓN 210	210	22/03/2022	29/03/2022	7	38832	15.28	183	212
02	PATRÓN 210	210	22/03/2022	29/03/2022	7	39334	15.25	183	215
03	PATRÓN 210	210	22/03/2022	29/03/2022	7	39004	15.25	183	214
04	PATRÓN 210	210	22/03/2022	05/04/2022	14	42618	15.28	183	233
05	PATRÓN 210	210	22/03/2022	05/04/2022	14	40963	15.27	183	224
06	PATRÓN 210	210	22/03/2022	05/04/2022	14	41828	15.27	183	228
07	PATRÓN 210	210	22/03/2022	19/04/2022	28	46312	15.40	186	249
08	PATRÓN 210	210	22/03/2022	19/04/2022	28	46285	15.23	182	254
09	PATRÓN 210	210	22/03/2022	19/04/2022	28	46386	15.30	184	252

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

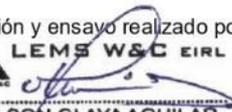
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	PATRÓN 210	210	22/03/2022	29/03/2022	7	34120	450	150	151	0	4.52	46.07
02	PATRÓN 210	210	22/03/2022	29/03/2022	7	35110	450	150	151	0	4.65	47.40
03	PATRÓN 210	210	22/03/2022	29/03/2022	7	35500	450	150	151	0	4.67	47.60
04	PATRÓN 210	210	22/03/2022	05/04/2022	14	36350	450	150	151	0	4.81	49.08
05	PATRÓN 210	210	22/03/2022	05/04/2022	14	34890	450	150	151	0	4.59	46.78
06	PATRÓN 210	210	22/03/2022	05/04/2022	14	36710	450	150	151	0	4.86	49.56
07	PATRÓN 210	210	22/03/2022	19/04/2022	28	35940	450	150	150	0	4.79	48.81
08	PATRÓN 210	210	22/03/2022	19/04/2022	28	36090	450	150	151	0	4.74	48.34
09	PATRÓN 210	210	22/03/2022	19/04/2022	28	36100	450	150	150	0	4.81	49.03

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	PATRÓN 210	22/03/2022	29/03/2022	7	97210	151	301	1.4	13.86
02	PATRÓN 210	22/03/2022	29/03/2022	7	109220	152	305	1.5	15.27
03	PATRÓN 210	22/03/2022	29/03/2022	7	100380	151	302	1.4	14.29
04	PATRÓN 210	22/03/2022	05/04/2022	14	121930	152	302	1.7	17.27
05	PATRÓN 210	22/03/2022	05/04/2022	14	112310	153	303	1.5	15.78
06	PATRÓN 210	22/03/2022	05/04/2022	14	115600	153	302	1.6	16.29
07	PATRÓN 210	22/03/2022	19/04/2022	28	97640	152	303	1.3	13.74
08	PATRÓN 210	22/03/2022	19/04/2022	28	128760	152	303	1.8	18.12
09	PATRÓN 210	22/03/2022	19/04/2022	28	115970	153	302	1.6	16.35

Nota:

P : Carga
 D : Diámetro de la muestra.
 l : Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 2% de CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

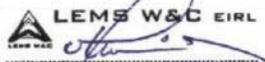
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	191.02	76	0.00000	0.000536	138930
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	191.00	76	8.83145	0.000458	165537
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	189.89	76	9.99938	0.000461	160390
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	204.16	82	10.37868	0.000458	174542
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	229.34	92	12.56789	0.000481	183662
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	210.91	84	9.94135	0.000470	177029
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	197.25	79	7.29363	0.000537	147159
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	201.67	81	13.32248	0.000427	178473
2% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	198.55	79	13.74548	0.000427	174091

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	35019	15.28	183	191
02	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	34876	15.25	183	191
03	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	34675	15.25	183	190
04	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	37426	15.28	183	204
05	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	41988	15.27	183	229
06	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	38766	15.27	183	212
07	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	36018	15.27	183	197
08	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	36825	15.25	183	202
09	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	36494	15.30	184	198

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	30820	450	151	152	0	4.01	40.87
02	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	35110	450	151	151	0	4.63	47.25
03	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	34520	450	150	151	0	4.54	46.26
04	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	36350	450	151	151	0	4.79	48.89
05	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	31950	450	150	152	0	4.17	42.57
06	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	35650	450	150	151	0	4.68	47.74
07	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	32980	450	150	151	0	4.36	44.47
08	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	36090	450	150	152	0	4.71	48.06
09	ADICIÓN 2% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	34810	450	150	151	0	4.60	46.94

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

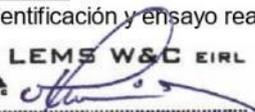
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	44560	99	205	1.4	14.30
02	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	35270	99	207	1.1	11.18
03	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	39800	99	206	1.2	12.70
04	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	48410	99	205	1.5	15.42
05	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	62200	99	206	1.9	19.78
06	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	58300	99	205	1.8	18.65
07	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	55290	100	205	1.7	17.55
08	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	60590	99	206	1.9	19.30
09	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	57100	99	205	1.8	18.26

Nota:

P: Carga
 D: Diámetro de la muestra.
 l: Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 4% de CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 unitaria (ϵ_2 (S ₂))	E_c Kg/cm ²
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	141.50	57	0.00000	0.000337	158709
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	151.32	61	11.53405	0.000363	156445
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	147.68	59	9.62230	0.000371	153956
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	194.85	78	11.19083	0.000470	158991
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	153.92	62	10.57662	0.000368	160418
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	188.81	76	12.77787	0.000436	162551
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	236.37	95	8.36893	0.000603	155945.15
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	244.81	98	10.21825	0.000565	170416.72
4% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	241.23	96	10.02605	0.000562	169023.78

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	25787	15.24	182	141
02	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	27703	15.27	183	151
03	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	26930	15.24	182	148
04	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	36095	15.36	185	195
05	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	28365	15.32	184	154
06	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	34251	15.36	185	185
07	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	43189	15.26	183	236
08	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	44585	15.23	182	245
09	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	44366	15.31	184	241

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

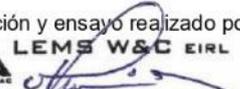
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _t (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	21380	450	151	151	0	2.79	28.45
02	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	29050	450	151	152	0	3.78	38.59
03	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	28410	450	150	151	0	3.73	38.05
04	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	26420	450	152	154	0	3.31	33.74
05	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	27380	450	151	154	0	3.46	35.31
06	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	26430	450	152	152	0	3.42	34.88
07	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	31680	450	150	151	0	4.19	42.76
08	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	30640	450	151	151	0	4.01	40.92
09	ADICIÓN 4% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	31930	450	151	152	0	4.16	42.37

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

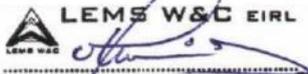
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	45110	99	206	1.4	14.32
02	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	49200	99	207	1.5	15.62
03	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	48100	99	207	1.5	15.27
04	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	44310	99	207	1.4	14.06
05	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	57190	100	208	1.8	17.91
06	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	48600	99	208	1.5	15.34
07	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	53340	99	208	1.7	16.93
08	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	62030	98	207	1.9	19.82
09	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	57930	98	206	1.8	18.55

Nota:

P : Carga
 D : Diámetro de la muestra.
 l : Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 6% de CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	176.22	70	0.00000	0.000436	155938
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	187.62	75	10.28890	0.000474	152670
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	182.97	73	10.23409	0.000459	154083
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	213.52	85	8.59935	0.000510	166945
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	229.64	92	12.55512	0.000482	183494
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	225.40	90	11.41525	0.000506	172829
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	240.08	96	12.93998	0.000512	179958.87
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	244.20	98	11.79411	0.000453	213145.60
6% CBCA - f'c 210 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	250.53	100	12.78643	0.000448	219500.78

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	32241	15.27	183	176
02	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	34484	15.30	184	188
03	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	33563	15.29	183	183
04	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	38810	15.22	182	213
05	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	43046	15.26	183	235
06	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	40808	15.19	181	225
07	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	44243	15.32	184	240
08	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	44590	15.32	184	242
09	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	45447	15.31	184	247

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

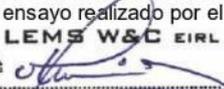
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	30920	450	152	152	0	4.00	40.78
02	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	26700	450	150	151	0	3.53	36.01
03	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	29600	450	151	151	0	3.89	39.65
04	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	31120	450	151	152	0	4.05	41.34
05	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	23150	450	152	153	0	2.96	30.15
06	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	24010	450	150	152	0	3.13	31.95
07	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	38090	450	150	151	0	5.01	51.05
08	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	28730	450	152	151	0	3.74	38.17
09	ADICIÓN 6% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	30590	450	151	151	0	3.99	40.69

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

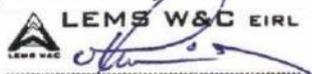
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm2)
01	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	60530	99	207	1.9	19.25
02	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	47250	98	207	1.5	15.06
03	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	52700	99	208	1.6	16.69
04	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	44310	99	207	1.4	14.01
05	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	57190	100	204	1.8	18.28
06	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	50960	99	205	1.6	16.24
07	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	47540	99	206	1.5	15.15
08	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	61050	100	205	1.9	19.39
09	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	56780	100	205	1.8	18.06

Nota:

P : Carga
 D : Diámetro de la muestra.
 l : Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 8% de CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	193.17	77	10.37591	0.000507	146478.9
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	192.76	77	10.45814	0.000467	159822.6
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	192.44	77	10.96707	0.000454	163294.7
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	201.37	81	11.79139	0.000417	187095.4
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	273.22	109	8.14560	0.000685	159155.8
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	211.26	85	11.30743	0.000475	172353.5
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	249.88	100	6.32966	0.000623	163484.5
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	228.57	91	10.71857	0.000565	156869.8
8% CBCA - f'c 210 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	246.62	99	15.32475	0.000536	171384.1

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	35481	15.30	184	193
02	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	35267	15.27	183	193
03	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	35302	15.29	183	192
04	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	37084	15.32	184	201
05	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	37307	15.28	183	204
06	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	38829	15.30	184	211
07	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	45508	15.23	182	250
08	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	43907	15.39	186	236
09	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	43932	15.32	184	238

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	29010	450	151	151	0	3.83	39.05
02	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	28850	450	152	153	0	3.68	37.57
03	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	29/03/2022	7	28000	450	150	150	0	3.73	38.01
04	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	28670	450	151	151	0	3.78	38.59
05	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	29710	450	153	151	0	3.85	39.27
06	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	05/04/2022	14	28530	450	152	150	0	3.75	38.28
07	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	33090	450	151	151	0	4.33	44.20
08	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	30410	450	150	151	0	4.02	41.02
09	ADICIÓN 8% CBCA	210	22/03/2022	19/04/2022	28	32490	450	150	151	0	4.30	43.84

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	55540	98	205	1.8	17.86
02	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	39970	99	209	1.2	12.60
03	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	48900	99	208	1.5	15.47
04	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	48410	100	206	1.5	15.27
05	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	62200	100	205	1.9	19.66
06	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	59700	100	205	1.9	18.91
07	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	74550	99	208	2.3	23.47
08	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	47710	99	209	1.5	15.07
09	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	68300	99	207	2.1	21.61

Nota:

P : Carga
 D : Diámetro de la muestra.
 l : Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 4. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO F'C=280 KG/CM²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 2206A-21/LEMS W&C
Solicitantes : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1 $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.
2.- Peso específico : 3120 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.658	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.701	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	2	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m ³
5.- % de absorción	1.6	%
6.- Contenido de humedad	0.4	%
7.- Módulo de fineza	3.30	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pachерres - Pachерres

1.- Peso específico de masa	2.585	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.622	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1	Kg/m ³
5.- % de absorción	1.4	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	3/4"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	1/2"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.8	95.2
Nº 08	14.6	80.6
Nº 16	24.2	56.4
Nº 30	31.2	25.2
Nº 50	15.0	10.2
Nº 100	8.0	2.2
Fondo	2.2	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	4.5	95.5
1/2"	30.5	65.0
3/8"	28.9	36.2
Nº 04	35.2	0.9
Fondo	0.9	0.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitantes : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1 $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2356 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 155 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 56 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 10.0 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.567

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 425 Kg/m³ : Tipo I - PACASMAYO.
 Agua 241 L : Potable de la zona.
 Agregado fino 905 Kg/m³ : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
 Agregado grueso 785 Kg/m³ : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.13	1.85	24.1	Lts/pie ³

Proporción en volumen :

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.08	2.07	24.1	Lts/pie ³

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



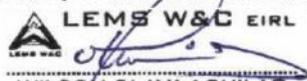
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

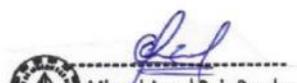
Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	Concreto patrón	280	22/03/2022	3.94	10.00
02	Adición de 2% de CBCA	280	22/03/2022	3.35	8.50
03	Adición de 4% de CBCA	280	22/03/2022	3.19	8.10
04	Adición de 6% de CBCA	280	22/03/2022	3.15	8.00
05	Adición de 8% de CBCA	280	22/03/2022	2.99	7.60

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



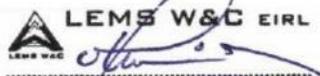

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Fin de ensayo : Martes, 22 de marzo del 2022
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	Concreto Patrón	280	22/03/2022	23.0
02	Adición de 2% de CBCA	280	22/03/2022	23.5
03	Adición de 4% de CBCA	280	22/03/2022	24.5
04	Adición de 6% de CBCA	280	22/03/2022	25.0
05	Adición de 8% de CBCA	280	22/03/2022	27.5

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	217.26	87	0.00000	0.000581	131553
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	218.01	87	6.41261	0.000649	134778
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7	217.77	87	9.42069	0.000526	163337
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	249.89	100	9.62095	0.000623	157608
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	251.05	100	15.18973	0.000503	187994
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	05/04/2022	14	250.40	100	15.61614	0.000479	197262
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	282.38	113	11.07751	0.000592	187821.28
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	273.56	109	10.00533	0.000620	174533.94
Patrón - fc 280 kg/cm2	22/03/2022	19/04/2022	28	282.57	113	13.49098	0.000488	227355.53

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PATRON 280	280	22/03/2022	29/03/2022	7	40194	15.35	185	217
02	PATRON 280	280	22/03/2022	29/03/2022	7	40227	15.33	184	218
03	PATRON 280	280	22/03/2022	29/03/2022	7	40288	15.35	185	218
04	PATRON 280	280	22/03/2022	05/04/2022	14	45631	15.25	183	250
05	PATRON 280	280	22/03/2022	05/04/2022	14	45542	15.20	181	251
06	PATRON 280	280	22/03/2022	05/04/2022	14	45722	15.25	183	250
07	PATRON 280	280	22/03/2022	19/04/2022	28	51924	15.24	182	285
08	PATRON 280	280	22/03/2022	19/04/2022	28	49626	15.20	181	274
09	PATRON 280	280	22/03/2022	19/04/2022	28	51259	15.20	181	282

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

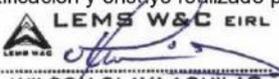
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (Kg/cm ²)
01	PATRÓN 280	280	22/03/2022	29/03/2022	7	34320	450	151	151	0	4.53	46.20
02	PATRÓN 280	280	22/03/2022	29/03/2022	7	34210	450	152	151	0	4.44	45.29
03	PATRÓN 280	280	22/03/2022	29/03/2022	7	34180	450	151	151	0	4.48	45.71
04	PATRÓN 280	280	22/03/2022	05/04/2022	14	34120	450	150	151	0	4.52	46.08
05	PATRÓN 280	280	22/03/2022	05/04/2022	14	34880	450	151	152	0	4.53	46.18
06	PATRÓN 280	280	22/03/2022	05/04/2022	14	34790	450	151	152	0	4.49	45.76
07	PATRÓN 280	280	22/03/2022	19/04/2022	28	35520	450	151	153	0	4.54	46.26
08	PATRÓN 280	280	22/03/2022	19/04/2022	28	35050	450	151	154	0	4.45	45.36
09	PATRÓN 280	280	22/03/2022	19/04/2022	28	35490	450	151	153	0	4.52	46.07

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	PATRÓN 280	22/03/2022	29/03/2022	7	117810	152	300	1.6	16.80
02	PATRÓN 280	22/03/2022	29/03/2022	7	129350	151	302	1.8	18.41
03	PATRÓN 280	22/03/2022	29/03/2022	7	119680	152	301	1.7	17.04
04	PATRÓN 280	22/03/2022	05/04/2022	14	109900	152	302	1.5	15.57
05	PATRÓN 280	22/03/2022	05/04/2022	14	135530	152	303	1.9	19.07
06	PATRÓN 280	22/03/2022	05/04/2022	14	130800	152	300	1.8	18.65
07	PATRÓN 280	22/03/2022	19/04/2022	28	140250	152	301	2.0	19.97
08	PATRÓN 280	22/03/2022	19/04/2022	28	129630	152	301	1.8	18.39
09	PATRÓN 280	22/03/2022	19/04/2022	28	135360	152	300	1.9	19.27

Nota:

P : Carga
 D : Diámetro de la muestra.
 l : Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 2% de CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"

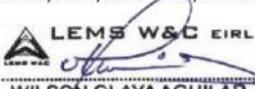
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	199.21	80	0.00000	0.000466	164261
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	225.56	90	11.16955	0.000549	158329
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	214.84	86	7.42169	0.000523	166086
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	275.68	110	10.24713	0.000607	179463
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	245.00	98	10.26639	0.000547	176630
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	249.37	100	10.06549	0.000554	177966
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	302.59	121	10.55018	0.000556	218142.26
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	269.42	108	11.25329	0.000619	169722.13
2% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	288.47	115	12.31352	0.000578	195180.37

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	37143	15.41	187	199
02	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	41757	15.36	185	225
03	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	39850	15.37	186	215
04	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	50571	15.29	183	276
05	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	45179	15.33	184	245
06	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	45894	15.31	184	249
07	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	55217	15.25	183	303
08	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	49649	15.32	184	269
09	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	53055	15.31	184	288

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

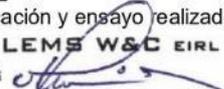
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _y (Mpa)	M _y (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	32210	450	151	152	0	4.18	42.58
02	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	36550	450	153	151	0	4.74	48.32
03	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	35200	450	152	152	0	4.54	46.30
04	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	35800	450	152	155	0	4.45	45.43
05	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	37400	450	151	153	0	4.79	48.87
06	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	36900	450	152	152	0	4.73	48.22
07	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	40540	450	151	152	0	5.25	53.50
08	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	35700	450	150	152	0	4.63	47.22
09	ADICIÓN 2% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	38620	450	151	152	0	5.02	51.24

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021

Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.

Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	49610	101	204	1.5	15.71
02	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	61550	99	206	1.9	19.54
03	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	58900	99	205	1.8	18.76
04	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	57500	99	208	1.8	18.13
05	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	79320	99	207	2.5	25.20
06	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	68690	99	206	2.1	21.84
07	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	82880	99	207	2.6	26.35
08	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	94010	99	206	2.9	29.90
09	ADICIÓN 2% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	92450	99	206	2.9	29.46

Nota:

P: Carga

D: Diámetro de la muestra.

l: Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 4% de CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	194.77	78	0.00000	0.000453	158355
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	196.34	79	9.26734	0.000509	150843
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	196.21	78	10.40006	0.000457	167090
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	219.98	88	10.10453	0.000516	167118
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	225.12	90	9.07560	0.000582	152123
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	227.42	91	13.78574	0.000490	175225
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	261.46	105	18.66852	0.000544	173897.80
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	268.33	107	11.03176	0.000659	158243.99
4% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	250.03	100	11.70174	0.000499	196548.43

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON GENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	35846	15.31	184	195
02	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	36418	15.37	186	196
03	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	36299	15.35	185	196
04	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	40379	15.29	183	220
05	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	41322	15.29	184	225
06	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	40877	15.13	180	228
07	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	47680	15.24	182	261
08	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	49448	15.32	184	268
09	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	45955	15.30	184	250

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

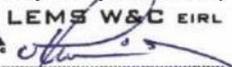
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _t (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	20950	450	151	152	0	2.72	27.74
02	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	33460	450	152	151	0	4.39	44.74
03	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	29600	450	150	152	0	3.86	39.40
04	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	29600	450	152	154	0	3.70	37.74
05	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	36670	450	153	155	0	4.50	45.93
06	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	30470	450	152	153	0	3.89	39.68
07	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	39980	450	151	151	0	5.27	53.75
08	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	38650	450	150	152	0	5.05	51.46
09	ADICIÓN 4% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	39260	450	151	151	0	5.14	52.45

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

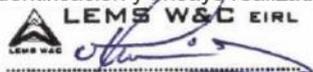
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm2)
01	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	61100	99	206	1.9	19.48
02	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	67800	99	207	2.1	21.56
03	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	65230	99	206	2.0	20.81
04	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	77350	100	208	2.4	24.13
05	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	69380	98	207	2.2	22.21
06	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	72620	99	207	2.3	22.98
07	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	80080	99	208	2.5	25.36
08	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	81820	99	208	2.5	25.73
09	ADICIÓN 4% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	80310	99	207	2.5	25.36

Nota:

P : Carga
 D : Diámetro de la muestra.
 l : Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 6% de CBCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	203.10	81	0.00000	0.000502	157030
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	213.22	85	11.52955	0.000531	153271
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	205.90	82	16.30207	0.000464	159694
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	234.16	94	10.60266	0.000532	172168
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	228.42	91	12.17503	0.000493	178930
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	224.61	90	13.42452	0.000475	179991
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	307.07	123	9.99654	0.000730	165947.14
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	255.14	102	13.56057	0.000504	194789.90
6% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	301.54	121	16.16188	0.000613	185515.79

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _t (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	29150	450	153	153	0	3.67	37.41
02	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	37220	450	153	152	0	4.74	48.35
03	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	34800	450	153	151	0	4.49	45.77
04	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	32470	450	153	153	0	4.09	41.74
05	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	32760	450	153	152	0	4.21	42.95
06	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	32010	450	153	151	0	4.16	42.45
07	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	38440	450	151	151	0	5.03	51.33
08	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	43880	450	151	152	0	5.72	58.29
09	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	39630	450	151	151	0	5.23	53.35

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	37525	15.34	185	203
02	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	39164	15.30	184	213
03	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	37943	15.32	184	206
04	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	42618	15.23	182	234
05	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	41710	15.25	183	228
06	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	40879	15.23	182	225
07	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	57216	15.41	186	307
08	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	46071	15.17	181	255
09	ADICIÓN 6% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	55134	15.26	183	301

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

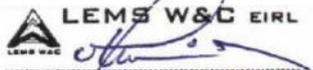
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm2)
01	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	46710	98	205	1.5	15.08
02	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	61520	98	209	1.9	19.49
03	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	58700	98	207	1.8	18.72
04	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	61100	99	208	1.9	19.35
05	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	60160	99	208	1.9	19.05
06	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	60360	99	207	1.9	19.22
07	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	65200	98	208	2.0	20.77
08	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	58580	99	208	1.8	18.49
09	ADICIÓN 6% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	62330	99	208	1.9	19.66

Nota:

P: Carga
 D: Diámetro de la muestra.
 l: Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Propiedades mecánicas del concreto con adición de 8% de CBCA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

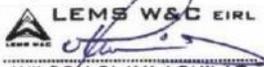
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_z (S _z)	E _c Kg/cm ²
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	191.54	77	0.00000	0.000478	155953
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	210.82	84	10.67816	0.000535	151990
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	29/03/2022	7	205.33	82	16.44504	0.000496	147262
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	205.69	82	9.51368	0.000473	172043
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	270.07	108	9.81584	0.000648	164292
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	05/04/2022	14	252.36	101	12.38094	0.000568	171072
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	243.11	97	9.63251	0.000515	188373.13
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	292.99	117	12.21499	0.000660	172169.49
8% CBCA - f'c 280 kg/cm ²	22/03/2022	19/04/2022	28	277.93	111	13.69604	0.000569	187865.43

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



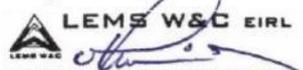
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	35389	15.34	185	192
02	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	39257	15.40	186	211
03	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	38086	15.37	186	205
04	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	37609	15.26	183	206
05	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	49249	15.24	182	270
06	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	45961	15.23	182	252
07	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	44567	15.28	183	243
08	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	53712	15.28	183	293
09	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	51084	15.30	184	278

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

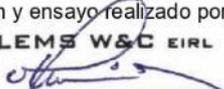
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	33770	450	153	153	0	4.24	43.27
02	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	32970	450	152	152	0	4.25	43.37
03	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	29/03/2022	7	33500	450	151	151	0	4.39	44.72
04	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	35370	450	152	153	0	4.49	45.76
05	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	32330	450	153	153	0	4.08	41.56
06	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	05/04/2022	14	34160	450	151	152	0	4.39	44.78
07	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	39330	450	151	150	0	5.19	52.93
08	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	41520	450	151	151	0	5.46	55.67
09	ADICIÓN 8% CBCA	280	22/03/2022	19/04/2022	28	40890	450	150	151	0	5.41	55.17

Nota:

P : Carga Máxima.
 L : Luz libre entre apoyos.
 b : Ancho promedio de la Viga.
 h : Altura promedio de la Viga.
 a : Distancia promedio entre línea de falla y el apoyo más cercano.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo : **2206A-21/LEMS W&C**
 Solicitante : Bach. JOSÉ WILLIAMS SUÁREZ PECHE
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 22 de Junio del 2021
 Inicio de ensayo : Martes, 29 de marzo del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 19 de abril del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	48470	99	206	1.5	15.45
02	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	58510	99	206	1.8	18.65
03	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	29/03/2022	7	53640	99	207	1.7	17.10
04	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	63180	98	207	2.0	20.24
05	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	62100	99	206	1.9	19.65
06	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	05/04/2022	14	62500	99	207	1.9	19.81
07	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	89680	99	209	2.8	28.19
08	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	71740	99	209	2.2	22.54
09	ADICIÓN 8% CBCA	22/03/2022	19/04/2022	28	84900	99	208	2.6	26.75

Nota:

P : Carga
 D : Diámetro de la muestra.
 l : Altura de la Muestra.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO B. EVIDENCIAS DE EJECUCIÓN

1. Obtención y quema de Bagazo



2. Horno usado para determinar las temperaturas de quemado



3. Cenizas en las diferentes temperaturas de quemado



4. Tomas realizadas con picnómetro en las diferentes temperaturas de quemado



5. Ceniza para adicionar al concreto según la temperatura óptima de calcinación



6. Molino de bolas y moldes para cubos de 5 cm x 5 cm



7. Cemento utilizado en esta investigación



8. Moldes para vigas con desmoldante, equipos y herramientas usados



9. Muestras desencofradas y curadas en agua



10. Ensayos físicos en concreto



11. Vigas a ser sometidas al ensayo de flexión

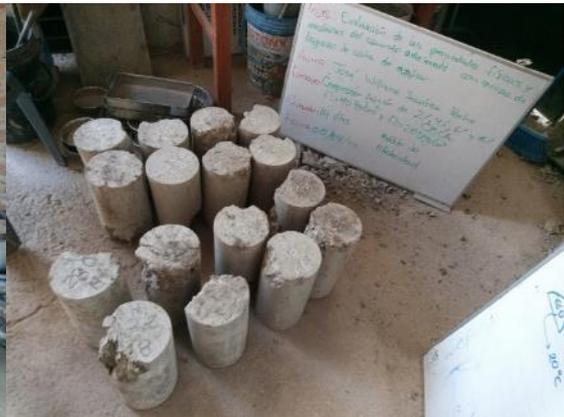


12. Muestras cilíndricas a ser sometidas al ensayo de tracción



13. Muestras sometidas a ensayos de módulo de elasticidad, compresión, flexión y tracción





ANEXO C. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Marco Teórico	Hipótesis y Variables	Metodología
<p>¿Cómo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar?</p>	<p>Objetivo general Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estimar las propiedades físicas de los agregados fino y grueso en cuatro canteras. - Obtener la ceniza de bagazo de caña de azúcar y evaluar sus propiedades respectivas. - Evaluar las características físicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. - Evaluar las características mecánicas del concreto convencional y adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%; para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. 	<p>Antecedentes</p> <p>Andrade et al. (2020) Balladares Uriarte & Ramírez Villacorta, 2020 Memon et al., 2022 Mariano Corne (2019) Hernández y Rodas (2018)</p> <p>Teorías relacionadas</p> <p>Ceniza de bagazo de caña de azúcar Concreto Propiedades físicas del concreto Propiedades mecánicas del concreto</p>	<p>Hipótesis</p> <p>La adición de CBCA en las proporciones de 2%, 4%, 6%, 8% en peso, mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p> <p>Variable independiente</p> <p>Ceniza de Bagazo de la Caña de Azúcar (CBCA).</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Propiedades físicas y mecánicas del Concreto adicionado con CBCA.</p>	<p>Método de investigación</p> <p>El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada y tiene un enfoque cuantitativo.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>El diseño del presente trabajo de investigación es experimental.</p>