



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia del uso de ceniza de bagazo de caña y polvo de vidrio en
las propiedades del concreto estructural, Lima 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Alarcon Moreno, Henry Nathaniel (orcid.org/0000-0003-4565-6882)

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mis padres, por la oportunidad de tener una buena educación y su apoyo incondicional.

A mi hermana su ejemplo y ser parte importante en mi vida.

Agradecimiento

Al Mg. Ing. Jorge Canta Honores, por la confianza, contribución y empeño en la asesoría del trabajo de investigación.

A los colaboradores de los laboratorios de ensayo de materiales, por transmitir sus experiencias y refrescar los conocimientos adquiridos, durante la elaboración y análisis de las muestras.

A la Universidad Cesar Vallejo, por brindarnos la oportunidad de realizarnos profesionalmente.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS.....	46

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química de los insumos utilizados	9
Tabla 2. Diseño de mezcla.	13
Tabla 3. Distribución de muestras según ensayos.	20
Tabla 4. Propiedades mecánicas del concreto estructural.	28
Tabla 5. Porcentaje de resistencia respecto al diseño patrón.	28
Tabla 6. Resistencia a la compresión de otras mezclas de concreto.	29
Tabla 7. Comparación con concreto convencional $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.	29
Tabla 8. Pruebas de normalidad - Resistencia a la Compresión.	31
Tabla 9. Prueba ANOVA – Resistencia a la Compresión.	32
Tabla 10. Coeficientes de regresión	32
Tabla 11. Prueba de normalidad	33
Tabla 12. Prueba ANOVA – Resistencia a la tracción	33
Tabla 13. Coeficientes del modelo (tracción)	34
Tabla 14. Prueba de normalidad	34
Tabla 15. Prueba ANOVA – Resistencia a la flexión.	35
Tabla 16. Coeficientes de regresión	35
Tabla 17. Costo por m^3 , concreto convencional $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	36
Tabla 18. Costo por m^3 , concreto con 9% GP + 6% SCBA	36
Tabla 19. Análisis granulométrico del agregado fino ASTM C33	83
Tabla 20. Contenido de humedad del agregado fino ASTM C566	83
Tabla 21. Peso específico y absorción del agregado fino ASTM C128	84
Tabla 22. Peso unitario suelto del agregado fino ASTM C29	84
Tabla 23. Peso unitario compactado del agregado fino ASTM C29	84
Tabla 24. Análisis granulométrico del agregado grueso ASTM C33	85
Tabla 25. Contenido de humedad del agregado grueso ASTM C566	85
Tabla 26. Peso específico y absorción del agregado grueso ASTM C128	86
Tabla 27. Peso unitario suelto del agregado grueso ASTM C29	86
Tabla 28. Peso unitario compactado del agregado grueso ASTM C29	86

Índice de Figuras

Figura 1. Espectrometría Fluorescencia de Rayos X (LABICER, 2023).	9
Figura 2. Abrasión del vidrio reciclado, elaboración propia.	10
Figura 3. Obtención de Cenizas en laboratorio (LABICER, 2023).	11
Figura 4. Elaboración y curado de las probetas, elaboración propia.	14
Figura 5. Resistencia a la compresión del concreto, elaboración propia.	15
Figura 6. Resistencia a la tracción del concreto (Sindić, 2019).	15
Figura 7. Resistencia a la flexión del concreto, elaboración propia.	16
Figura 8. Procedimiento.	23
Figura 9. Cañita León, elaboración propia.	24
Figura 10. Ubicación, fuente: Google Maps	24
Figura 11. Obtención y secado de la caña, elaboración propia	25
Figura 12. Calcinado del bagazo, fuente LABICER, 2023	25
Figura 13. Análisis químico de las cenizas, fuente LABICER, 2023	25
Figura 14. Materiales e insumos, elaboración propia	26
Figura 15. Triturado del vidrio, elaboración propia	26
Figura 16. Agregados, elaboración propia	27
Figura 17. Elaboración de las muestras, elaboración propia	27
Figura 18. Resistencia a la compresión, elaboración propia.	29
Figura 19. Resistencia a la tracción a 28 días, elaboración propia.	30
Figura 20. Resistencia a la flexión a 28 días, elaboración propia.	30
Figura 21. Curva Granulométrica del A. Fino, elaboración propia.	83
Figura 22. Curva Granulométrica del A. Grueso, elaboración propia.	85
Figura 23. Materiales utilizados para el trabajo de investigación.	91
Figura 24. Elaboración de la ceniza de bagazo de caña.	91
Figura 25. Elaboración del polvo de vidrio.	92
Figura 26. Elaboración de las muestras.	93
Figura 27. Árbol de problemas	94

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar cómo afecta el reemplazo de un porcentaje de cemento portland ordinario por cenizas de bagazo de caña de azúcar y polvo de vidrio reciclado a la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión del concreto $f'c = 280$ Kg/cm² la revisión de tesis y artículos científicos mostró que el uso de polvo de vidrio vuelve más fluido el concreto fresco por lo que se optó por un diseño con poca agua de amasado y se varió el contenido de cenizas para encontrar un punto óptimo en que las propiedades mecánicas del concreto endurecido sean similares o mejores que las del concreto convencional, utilizando menos cemento.

Palabras clave: Cambio climático, Cemento, Hormigón, Tratamiento de desechos

Abstract

The main objective of this research was to determine how the replacement of a percentage of ordinary portland cement by sugarcane bagasse ash and recycled glass powder affects the compressive strength, tensile strength, and flexural strength of concrete. $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ the review of these and scientific articles showed that the use of glass powder makes fresh concrete more fluid, so a design with little mixing water was chosen and the ash content was varied to find an optimum point where the mechanical properties of hardened concrete are similar to or better than conventional concrete, using less cement.

Keywords: Cement, Climate change, Concrete, Waste treatment

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un tema de preocupación, por lo que, durante las últimas décadas se viene investigando como mitigar sus efectos, los cuales afectan a toda forma de vida, por lo que el ODS 13 plantea una transición verde para mitigar el calentamiento mediante una reducción de emisiones, siendo el dióxido de carbono uno de los que causa mayor impacto (Nord, y otros, 2020). Estos gases son liberados debido a las actividades productivas tales como el empleo de combustibles fósiles para la generación de movilidad y energía, industrias y cambios del uso del suelo (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2022). La reducción de la temperatura global está relacionada con la reducción de la huella de carbón, se estima que el 70% de las emisiones son producidas en las áreas urbanas (Kongboon, y otros, 2022). Asimismo, existe una creciente demanda de viviendas e infraestructura por lo cual el Gobierno Peruano destina más de 110 mil millones de soles para el cierre de brechas, siendo cerca de la mitad proyectos viales y de agua potable para Lima Metropolitana (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019). Estas obras civiles requieren de una gran cantidad de concreto debido a su bajo costo y excelentes propiedades mecánicas (Elbuaishi, 2020). Sin embargo, debido a que el cemento es esencial para la elaboración del concreto, su demanda crece cada año, estimándose un consumo mundial de 4.4 billones de toneladas (Gupta, y otros, 2021). Mientras que la producción nacional sería de unas 13.7 millones de toneladas (Asociación de Productores de Cemento, 2022).

El problema radica que la conversión del material pétreo en Clinker, libera al medio ambiente un peso de dióxido de carbono similar al obtenido de cemento debido al uso de combustibles fósiles en los hornos y las cenizas del material calcinado, por lo que se estima que la industria de cemento sería responsable de 5 a 8% de la contaminación mundial (Ibrahim, 2021). Consumiendo cerca del 14% de la energía mundial, además de requerir entre 32 y 50 billones de toneladas anuales de agregados. La elaboración de cada tonelada de concreto requiere entre 6 y 7 toneladas de agregados sin procesar, ocasionando cambios en la biodiversidad, en

las aguas subterráneas, además de afectar el hábitat de las especies, lo cual facilita la propagación de enfermedades infecciosas (Alvarez, y otros, 2021).

Como una medida de reducir la huella de carbón y los efectos tóxicos del cemento portland los investigadores buscan reemplazar un porcentaje de su peso por materiales de desecho con propiedades puzolánicas para la elaboración de concreto (Mariaková, y otros, 2021). Estos materiales puzolánicos modificarían el comportamiento del concreto tanto en su estado fresco, como endurecido, reduciendo la velocidad de hidratación del Cemento, pudiendo volverlo más resistente los agentes agresivos (Fládr, y otros, 2019). Estos materiales de desecho que usualmente terminan en los vertederos podrían resultar adecuados en la elaboración del concreto contribuyendo a lograr construcciones sostenibles (Elbuaishi, 2020). Además de retirar desechos sólidos de los vertederos, los cuales se ven obligados a cerrar al encontrarse cada vez más cerca de las áreas pobladas debido al crecimiento desordenado, estos consisten en 4.4 millones de toneladas de restos orgánicos y 1.7 millones de toneladas de restos inorgánicos (Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2022). Estimándose alrededor de 20 mil toneladas de vidrio (El Comercio, 2021). Y mil toneladas bagazo de caña (Mangi, y otros, 2017).

El problema general es, ¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto estructural, Lima 2023?; las preguntas específicas, ¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023?; ¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023?; ¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023?.

La justificación teórica se sustenta en cerrar un vacío de conocimiento referido con la elaboración de un concreto rentable y eco amigable que sea, por lo que se plantea que la incorporación de una mezcla cementosa binaria podría mejorar las propiedades del concreto, contribuyendo a reducir su costo al utilizar materiales reciclados, así como presentar una forma novedosa para la disposición de residuos sólidos (Hernández, y otros, 2022). En su tesis, Hernández [et al.] (2022) se centra en la reducción de CO₂ debido al reemplazo de cemento por materiales reciclados y cuál sería el ahorro económico, por lo que la alternativa a considerar establece el análisis de cómo influye el uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de virio en las propiedades mecánicas del concreto estructural al utilizarlos como reemplazo del cemento. El uso de ambos insumos puzolánicos busca mejorar las propiedades del concreto, comparado con el diseño convencional y reducir las emisiones relacionadas con la elaboración del Clinker, los insumos puzolánicos tienen un comportamiento similar al del cemento debido a su contenido de sílice, aluminatos o ambos, por lo que se pueden utilizar simultáneamente (Fragoso, y otros, 2021). Estos tienen un tamaño promedio entre 74um y 5um y una densidad relativa entre 1.9 y 2.8 y reaccionan al mezclarse con el cemento y agua, reaccionando con el limo y el hidróxido de calcio liberados en la hidratación del cemento para producir hidratos de silicato de calcio e hidratos de aluminato de calcio adicionales, pudiéndose producir también hidratos de calcio son necesidad de una cantidad significativa de hidróxido de calcio, incrementando el material cementoso, llegando a superar la resistencia del concreto convencional hasta después de los 28 días (Elbuaishi, 2020). Por lo cual estos insumos con contenido de álcali al mejorar la microestructura del concreto influirían en su durabilidad y propiedades mecánicas (Nikhade, y otros, 2023). El uso de cenizas de bagazo hace que el concreto sea más denso, reduciendo la permeabilidad del concreto y la temperatura de hidratación (Sakib, y otros, 2023). El polvo de vidrio mejora la fluidez del concreto fresco (Ibrahim, 2021) debido a la forma esférica de sus partículas que reduce el rozamiento entre los materiales pétreos (Hussain, y otros, 2022). Con lo cual se reduciría el contenido de cemento concreto al reducir la relación cemento agua. La justificación práctica es que la presente investigación servirá como base para futuras investigaciones con ambos materiales o para el uso en campo, ayudando a reducir el consumo de cemento para la elaboración de concreto, así

como del volumen de desechos en los vertederos. La justificación económica es que la sustitución de cemento por insumos reciclados reduciría los costos en la elaboración del concreto.

El objetivo general es, determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de virio en las propiedades mecánicas del concreto estructural, Lima 2023; y los objetivos específicos, determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023; determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023; determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023.

La hipótesis general, el uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en las propiedades mecánicas del concreto estructural, Lima 2023; y las hipótesis específicas, el uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023; el uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023; el uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Ponceca (2022) investigó los efectos del uso de polvo de vidrio en un diseño de concreto con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, el polvo de vidrio fue elaborado en la máquina de abrasión. Observó que el remplazo por polvo de vidrio volvía más fluido al concreto fresco, pudiendo llegar hasta un 25% de remplazo, mejorando las propiedades de compresión y tracción del concreto.

Herbas y Vargas (2020) investigaron los efectos del uso de polvo de vidrio en un concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, encontrando una mejora en las propiedades de compresión al utilizar 7% polvo de vidrio, en los otros casos se redujo. En cuanto a las propiedades de flexión, estas se redujeron en todos los casos respecto a la muestra patrón, sin embargo, los investigadores indican que dichos valores permanecen en un rango aceptable por la norma. Por lo que concluyen que el polvo de vidrio mejora la trabajabilidad y las propiedades de compresión, pudiendo utilizarse un remplazo de hasta 14% de polvo de vidrio.

Tremiño (2022) estudió las propiedades cuatro diseños de concreto con remplazo de una combinación de 10% de ladrillo y 10% de ceniza volante o caliza o escoria o polvo de vidrio, los que estudió por un periodo de mil quinientos días, además de 6 combinaciones con cada uno de estos insumos en proporciones de 10 y 20% como remplazo, siendo la dosificación con 20% polvo de ladrillo el que presentó menor deformación y menor tamaño de poro y la mezcla ternaria de polvo de ladrillo con ceniza volante. En cuanto a las propiedades de compresión, a 28 días casi todas las mezclas tuvieron una resistencia similar, excepto el polvo de ladrillo combinado con polvo de vidrio, la cual fue un 9% menor, llegando a igualar al concreto convencional a los 250 días, la que obtuvo mejores resultados fue la combinación de polvo de ladrillo con escorias. El estudio de las propiedades de tracción mostró que, a 28 días, el diseño con polvo de ladrillo y polvo de vidrio resistió 14% menos que el concreto convencional, sin embargo, a 250 días llega a superarlo por 11%. Concluye que luego de 1500 días, la microestructura se vuelve más densa debido a la actividad puzolánica del polvo de vidrio, además señala que

no hubo grandes cambios al comparar el concreto de 250 días y de 1500 días. Además, al incorporar polvo de vidrio, aumenta la resistencia a los cloruros. Al usarlo junto al polvo de ladrillo, la microestructura se sigue refinando hasta los 1500 días, volviéndolo aún más resistente, por lo que recomienda el reemplazo del cemento por 20% de polvo de vidrio o el reemplazo de 10% de polvo de ladrillo con 10% de polvo de vidrio ya que a 250 días presentan propiedades similares o mejores a las del concreto convencional.

Ibrahim (2021) estudió los efectos del uso de polvo de vidrio en el concreto junto a otros insumos reciclados de comportamiento puzolánico tales como micro sílice y cenizas volantes. Para lo cual elaboró tres grupos, cada uno con cinco porcentajes distintos de polvo de vidrio, encontrando que existiría una relación lineal entre el slump y el contenido de vidrio. Asimismo, al aumentar la densidad del concreto se redujo la absorción de agua, sin embargo, también se observó una reducción en las propiedades de compresión y tracción al utilizar más de 5% de vidrio. Por lo que concluye que es posible un reemplazo de 5% de cemento por polvo de vidrio, explicando que la reducción en la resistencia se debe a la fragilidad del vidrio, produciéndose fracturas en la interfase del Cemento y Polvo de vidrio.

Arshad [et al.] (2020) investigaron el uso de humo de sílice al 8% y ceniza de bagazo en proporciones de 0, 5, 10 y 15% como reemplazo del cemento, encontrando que en todas las dosificaciones se produjo una mejora en las propiedades de compresión en, siendo más favorable la mezcla con 10% de cenizas, además del humo de sílice, cuyas propiedades de compresión mejoraron 14%, al igual que las propiedades de tracción, mientras que la resistencia a la flexión se incrementó en 19% . Por lo que concluye que el uso de estos insumos influye en las propiedades mecánicas del concreto debido a la mejora en las propiedades de la microestructura del concreto, siendo 10% contenido óptimo de Cenizas, además de observarse una reducción en la absorción de agua, por lo que es posible su uso en la construcción.

Rentería y Ascoy (2023) estudiaron cómo afecta el uso de cenizas de bagazo en el concreto, para lo cual realizó dosificaciones de 0, 5, 10 y 15%, obteniendo

mejores resultados en las propiedades de compresión en el diseño con 10%, mientras que las propiedades de flexión se vieron reducidas en todas las dosificaciones, por lo cual recomienda un reemplazo de cemento por 10% de cenizas, de manera que no se vea perjudicada la resistencia del concreto, además recomiendan tener en cuenta su temperatura de elaboración.

Badillo [et al.] (2020) estudiaron el uso de cenizas de bagazo en pavimentos rígidos, para lo cual elaboraron vigas con reemplazo de 0, 5 y 15%, las cuales fueron ensayadas a los 7, 42 y 56 días, mostrando una baja resistencia a edades de 7 y 42 días respecto al concreto convencional, sin embargo a los 56 días ambos reemplazos llegan a igualar las propiedades de flexión del concreto convencional, sin embargo al no cumplir los requisitos de resistencia establecidos en la norma no recomiendan su uso en la elaboración de concreto para pavimentos rígidos.

Nikhade [et al.] (2023) estudiaron el uso de residuos secundarios, como las cenizas de bagazo, fibra de vidrio y escoria de alto horno, indican que las cenizas industriales de bagazo tienen un tamaño de partícula muy fino con cerca de 20% de cenizas volantes y su uso mejoraría las propiedades de compresión y tracción del concreto, sin embargo debido a su baja elasticidad es susceptible a las fracturas por lo que recomienda el uso de fibras que mejoren las micro fisuras y la zona de transición interfacial de los compuestos cementosos. Observaron que las propiedades del concreto con materiales puzolánicos mejoraron al paso de los días, logrando mejores resultados tanto a compresión como a flexión al utilizar 20% de bagazo como reemplazo, 0.6% de fibra de vidrio y una relación a/c de 0.55, el análisis de la microestructura mostraba partículas semiesféricas provenientes del vidrio, con alto contenido de sílice y carbonatos de potasio.

Pitolli (2021) indica que la producción mundial de caña de azúcar alcanza los 1.84 billones de toneladas anuales, siendo Brasil el mayor productor. Cada tonelada deja unos 300 Kg de bagazo, el cual es aprovechado para la generación de electricidad, representando el 6.07% de toda la energía eléctrica del país. Posee un alto contenido de sílice cristalino y potasio, el cual al alcanzar los 600°C se convierte en sílice amorfo con bajo contenido orgánico y gran actividad puzolánica,

sin embargo, la presencia de potasio puede degradar la matriz cementante mediante la reacción álcali agregado, produciendo la expansión de la estructura interna del concreto. Por tonelada de bagazo calcinado se obtienen unos 25 Kg de cenizas. Para retirar el potasio, estas cenizas son micro pulverizadas en un molino vibratorio por 30 minutos. Por cada 5gr se añaden 500 ml de agua desionizada a 60°C por 3h, esta solución luego es filtrada y secada en un horno a 60°C durante 24 h, luego de este procedimiento el contenido de óxido de potasio se redujo de 37.5% a 3.2%, por lo que el contenido de SiO₂ se incrementó de 13.9% a 20.2%. Además, la solución rica en potasio resultante puede ser utilizada como fertilizante.

Gupta [et al.] (2021) investigaron el uso de ceniza de bagazo como reemplazo del cemento en la elaboración del concreto mediante la sustitución parcial de 5, 10, 15 y 20% respecto al peso, las cenizas fueron obtenidas de una fábrica de azúcar, las cuales fueron comparadas con las Cenizas obtenidas por calcinación en laboratorio, luego seleccionó los finos que pasan por la malla N°200 basándose en la norma BS 812-103.1:1985, para el diseño de mezcla utilizaron agregado grueso entre 3/4" y 5/8" y entre 1/4" y 3/8", para el agregado fino se utilizó los que pasan por la malla N°4, además de superplastificante en proporción 0.25% de agua, elaborando 120 probetas cúbicas de 150x150x150mm, curadas durante 7, 28, 56 y 120 días de acuerdo a la norma BS 1881-116:1983 para los Compresión, logrando un incremento de la resistencia de 2.6 y 1.7% al reemplazar entre 5% y 10%. Además, elaboraron 30 probetas rectangulares de 150x150x600mm para Tracción, las cuales fueron curadas por 28 y 56 días, en las que redujo la resistencia entre 5.2 y 24.5% al aumentar el porcentaje de Cenizas. Por lo que los autores recomiendan que es posible usar hasta 10% para propósitos no estructurales.

Se denomina puzolana a los productos naturales o artificiales que tienen propiedades análogas al Cemento, los cuales al ser incorporados en la mezcla de concreto cambian algunas propiedades tales como el calor de hidratación, dando resistencias a la compresión mayores que utilizando únicamente cemento, además de producir una baja retracción (Jiménez, y otros, 2001). En NTP 400.037-2018 se indica que el contenido de finos que pasen la malla No. 200 no debe superar el 3%, permitiéndose un máximo de 7% % cuando el concreto no sujeto a abrasión,

siempre que el material provenga de la trituración y esté libre de arcilla o esquistos (Instituto Nacional de Calidad, 2018 pág. 8). Los principales óxidos que influyen en el comportamiento puzolánico son SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃. Los resultados de la espectrometría se muestran en la figura 1, así como la composición química de los insumos utilizados para la presente investigación, los cuales figuran en la tabla 1.

Tabla 1. Composición química de los insumos utilizados

Composición	Polvo de vidrio (%) Tremiño (2022)	Cenizas (%) Alarcón (2023)	Cemento (%) ASTM C114 (2022)
SiO ₂	64.32	10.16	18.64 – 22.38
CaO	18.18	21.63	57.58 – 62.87
Al ₂ O ₃	2.90	6.07	3.88 – 7.06
K ₂ O	1.56	39.40	0.09 – 1.23
Na ₂ O	13.03	-	0.08 – 0.79
MgO	-	15.87	0.81 – 4.48
Fe ₂ O ₃	-	1.18	0.15 – 3.09
P ₂ O ₅	-	5.40	0.05 – 0.30
MnO	-	0.08	0.03 – 0.20

Fuente: elaboración propia.

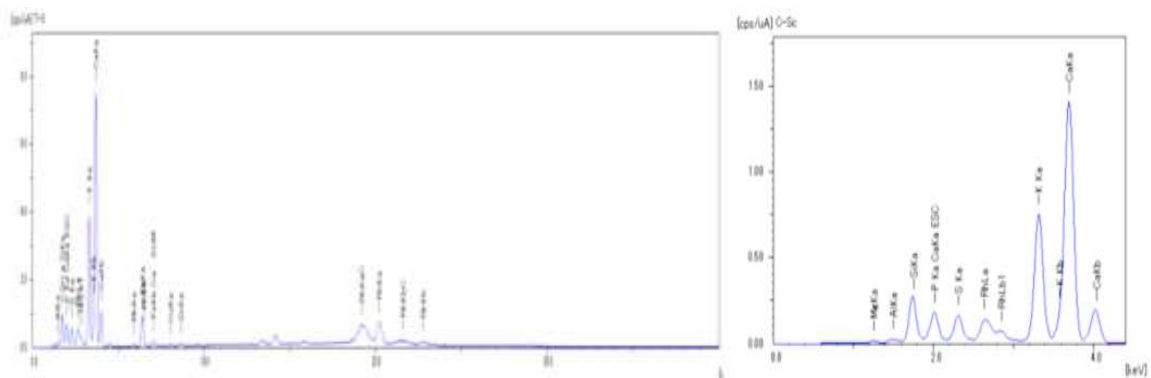


Figura 1. Espectrometría Fluorescencia de Rayos X (LABICER, 2023).

El uso de insumos puzolánicos en el concreto además ayudaría a controlar la contracción y reducir los efectos de la reacción álcali sílice, debido a que reaccionan con los productos de hidratación del cemento Ca(OH)₂ (Zheng, y otros, 2023), tal como se muestra en la siguiente reacción química:



El vidrio es un material que permite reciclarse varias veces sin perder sus propiedades, entre 60 y 80% del vidrio producido tiene un origen reciclado, sin embargo, se estima que en Perú se desecha alrededor de 20 mil toneladas anuales. El Polvo de vidrio, se obtiene por abrasión mecánica de los restos de vidrio y al estar conformado principalmente por óxido de silicio es un sustituto adecuado del Cemento en la elaboración de concreto, cumpliendo con los requisitos para materiales puzolánicos de la norma ASTM C618-12 Clase F (Elbuaishi, 2020). Sin embargo, debido a que su tamaño de partícula (entre 150 y 300 μ m) al ser mayor a la del Cemento (entre 5 y 10 μ m) puede ser un obstáculo para la reacción puzolánica y empeorar la trabajabilidad, produciendo una reducción de resistencia en los Compresión por lo que recomiendan utilizar entre un 10 y 20% como sustituto de Cemento en peso (Ibrahim, 2021). El estudio de diversas fuentes de vidrio reciclado, tales como micro sílice, polvo de silicio, vidrio molido, vidrio de vertedero, vidrio de bombillas, vidrio proveniente de tubos de rayo catódico el cual se descartó al encontrarse residuos de metales pesados que podrían conferir un comportamiento tóxico al concreto, determinó que su uso en la elaboración del concreto podría mejorar sus propiedades mecánicas (Mariaková, y otros, 2021). Debido a la mejora en las propiedades del sistema de poro, mediante la unión de álcalis (Al-Mansour, y otros, 2019). Para la obtención del Polvo de vidrio, previamente se rompió el vidrio en tozos de unos 10 mm, antes de utilizar la máquina de Abrams, tal como se observa en la Figura 2.



Figura 2. Abrasión del vidrio reciclado, elaboración propia.

A nivel mundial se producen cerca de 1500 millones de toneladas de caña de azúcar (Mangi, y otros, 2017). En Perú se produjeron 10.5 millones de toneladas el 2020 y 9.8 millones de toneladas el 2021, el bagazo representa entre el 40 y 45% del peso de la caña, este se quema en calderos a 600°C para extraer el etanol y aprovechar la energía calórica para la producción de electricidad (Pitoli, y otros, 2021). Para producir 1 Kg de cenizas en laboratorio se necesita entre 50 a 60 Kg de bagazo, siendo la temperatura ideal para aprovechar las características puzolánicas entre 600°C y 700°C. Al contener óxido de silicio y óxido de calcio cumple con la norma ACI C618-19 la cual lo clasifica como un material puzolánico que posee algunas propiedades cementantes y produce un incremento de la resistencia en los Compresión a partir de los 7 días, llegando a incrementarse 9% al efectuar un reemplazo de 10% de Cemento. Sin embargo, dicha resistencia se reduce al reemplazar más de 15% de cemento (Gupta, y otros, 2021). Además, el uso de 1.25% de ceniza mejoraría las propiedades de un concreto con polvo de vidrio, tanto a compresión como a tracción (Ontieri, 2019). Las cenizas pueden ser obtenidas directamente de las industrias azucareras, sin embargo, debido a que las características puzolánicas se desarrollan a una determinada temperatura, se optó por elaborar las cenizas en laboratorio a una temperatura de 650°C.



Figura 3. Obtención de Cenizas en laboratorio (LABICER, 2023).

El cemento es una mezcla de materiales pétreos con contenido de sílice, alúmina y óxidos de hierro los cuales se llevan a cocción a cerca de 1500°C formando el clinker, el cual luego es triturado finamente. Su función es la de actuar como aglutinante, unificando los agregados en una estructura sólida (Rivera, y otros, 2019). Este empieza a fraguar a partir de los 45 minutos de mezclarse con el agua (Instituto Nacional de Calidad, 2018). Se endurece luego de hidratarse, siendo ampliamente utilizado debido a su resistencia, facilidad de uso y bajo costo.

El agua ayuda que el cemento desarrolle sus propiedades, por lo que debe cumplir con un contenido máximo de contaminantes, como cloruros, sulfatos, álcalis y sólidos para no reducir las propiedades del concreto, pudiendo utilizarse aguas recuperadas de la elaboración del concreto siempre que no superen los límites permitido (Instituto Nacional de Calidad, 2019). En las ciudades es usual el uso del agua potable debido a su disponibilidad y bajo costo (Rivera, y otros, 2019).

El agregado fino es aquel “proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 “) y queda retenido en el tamiz normalizado 75 µm (No.200)” (Instituto Nacional de Calidad, 2018 pág. 6). Para el trabajo de investigación se utilizó agregado fino, cuya granulometría se muestra en la tabla 20, para lo cual se utilizó 2.057 Kg, dando un módulo de fineza de 2.68.

El agregado grueso es aquel “proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, es retenido en el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y cumple con los límites establecidos en NTP 400.037-2018” (Instituto Nacional de Calidad, 2018 pág. 6). Para el trabajo de investigación se utilizó agregado grueso, cuya granulometría se muestra en la tabla 25, para lo cual se utilizó 1.994 Kg, dando un módulo de fineza de 6.70.

El diseño patrón se realizó según ACI 211.1 (American Concrete Institute, 2022). Eligiendo un slump de 2” ya que el polvo de vidrio reciclado incrementa la fluidez del concreto debido a su forma esférica (Hussain, y otros, 2022 pág. 236). Permitiendo reducción de agua entre el 5 y 15% (Elbuaishi, 2020). Lo cual a su vez contribuye con la reducción del cemento. Los antecedentes señalan que utilizando

5% de polvo de vidrio (GP) como reemplazo, las propiedades de compresión se incrementan en 7.51%, mientras que al reemplazar 10% esta se reduce en 3.48% (Ibrahim, 2021). Por lo que se eligió 9% como reemplazo. En cuanto al uso de ceniza de bagazo (SCBA), los antecedentes no llegan a un consenso en cuanto a cómo afecta a la fluidez, por ejemplo, para Memon [et al.] (2022) el slump aumentó unos 5 mm por cada 10% de ceniza de bagazo como reemplazo del cemento, mientras que para Abdalla [et al.] (2022) el slump se redujo 15 mm por cada 10% de reemplazo, siendo este caso el observado en la presente investigación. Los estudios previos señalan que el mayor incremento en las propiedades de compresión se produce al reemplazar 10% de Cemento por Cenizas (Gupta, y otros, 2021). Por lo que se eligió un máximo de 9% como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Diseño de mezcla.

Dosificación	A. Fino (Kg)	A. Grueso (Kg)	Cemento (Kg)	Agua (L)	GP (Kg)	SCBA (Kg)
Diseño Patrón	47.0	47.9	25.4	12.9	0	0
9% GP + 0% SCBA	47.0	47.9	23.1	12.9	2.3	0
9% GP + 3% SCBA	47.0	47.9	22.4	12.9	2.3	0.8
9% GP + 6% SCBA	47.0	47.9	21.6	12.9	2.3	1.5
9% GP + 9% SCBA	47.0	47.9	20.8	12.9	2.3	2.3

Fuente: elaboración propia.

La mezcla de estos materiales e insumos se denomina concreto, el cual está compuesto de 80% de partículas de origen pétreo de diferentes tamaños, conocidos como agregados áridos o inertes, por lo general se utilizan de dos tamaños diferentes, a ello se le agrega el Cemento y agua, la cual puede contener ciertos productos químicos conocidos como aditivos, los cuales se mezclan en máquinas rotativas que agitan y envuelven los materiales hasta lograr una masa homogénea (Porrero, y otros, 2014). Sus propiedades se pueden dividir en dos etapas: en estado fresco en el cual su principal característica es el asentamiento y en estado endurecido en el cual se mide la elasticidad y resistencia (Rivera, y otros, 2019).



Figura 4. Elaboración y curado de las probetas, elaboración propia.

Las propiedades mecánicas del concreto están ligadas a las características y proporciones de sus insumos, los cuales varían según requiera cada caso, influyendo sobre el mecanismo de fractura (Porrero, y otros, 2014). Estas propiedades se pueden conocer mediante el ensayo de probetas elaboradas y conservadas según normas técnicas (Montoya, y otros, 2018).

La resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más importante para el diseño estructural, siendo la que caracteriza al diseño de mezcla. Se recomienda que esta sea de al menos 250 Kg/cm² para asegurar una mayor durabilidad de las estructuras, su análisis consiste en colocar la probeta centrada en una prensa, de manera que haga un contacto uniforme, a la que se aplica una carga continua a razón de 0.2 N/mm² por segundo, continuando el ensayo hasta la rotura y registrando la carga máxima soportada por la probeta (Montoya, y otros, 2018). Para el presente trabajo de investigación se eligió una resistencia a la compresión a 28 días de $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, para cuyo análisis se empleó la NTP 339.034:2021, que establece edades de ensayo de 24h, 3d, 7d, 28d y 90d, con un rango aceptable de resistencia para cilindros de 100 x 200mm de 8.0% para 2

cilindros y 9.5% para 3 cilindros (Instituto Nacional de Calidad, 2021 pág. 12), para fines comparativos estos cilindros fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días por cada diseño de mezcla. Los datos se obtuvieron con la prensa hidráulica F-250B-FL-220, tal como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Resistencia a la compresión del concreto, elaboración propia.

La resistencia a la tracción tiene una rápida evolución durante los 28 primeros días. Mientras que la propiedad anterior tiene más importancia para el uso en edificaciones, esta toma importancia en el diseño de pavimentos rígidos ya que refleja la calidad y limpieza de los agregados y se relaciona con la fisuración (Montoya, y otros, 2018). El análisis se realizó según NTP 339.084:2012-2017, el cual consiste en romper una probeta por hendimiento (indirecta) aplicando la carga en dos generatrices diametralmente opuestas hasta producir la rotura en dirección ortogonal (Sindić, y otros, 2019). Para la recolección de datos se utilizó la prensa hidráulica F-250B-FL-220.



Figura 6. Resistencia a la tracción del concreto (Sindić, 2019).

La resistencia a la flexión tiene mayor importancia en obras viales de concreto, ya que este es el principal esfuerzo que se produce debido al paso de los vehículos, para su análisis se emplean vigas de sección cuadrada y largo de al menos tres veces su ancho más cinco centímetros. La Norma Técnica Peruana NTP 339.078:2022 indica que los ensayos realizados sobre vigas del mismo lote no deben diferir del 16% (Instituto Nacional de Calidad, 2022 pág. 9). Los datos se obtuvieron con la prensa hidráulica UTC-4722.FPR configurada a 3 puntos de contacto en el aditamento de la prensa (figura 7), ya que de esta manera se representan mejor los esfuerzos cortantes en los elementos estructurales de concreto, mientras que la configuración de 4 puntos de contacto es más utilizada para pavimentos rígidos debido a la superficie de contacto de los neumáticos.



Figura 7. Resistencia a la flexión del concreto, elaboración propia.

La Cenizas, es obtenida por procesos de quema industrial o artesanal, luego de extraer la melaza para elaboración de azúcar (Alvarez, y otros, 2021). Se recomienda que la temperatura de calcinación sea mayor a 600°C para poder aprovechar sus cualidades puzolánicas (Gupta, y otros, 2021). El vidrio es un material completamente reciclable, compuesto en aproximadamente 3/4 partes de sílice derivado de arena, cuarzo o pedernal y óxidos que componen la red vítrea, para poder utilizarlo pasa por un proceso de pulverización mecánica en trituradora industrial o martillo de bolas, utilizándose el polvo fino como sustitución del Cemento (Ponceca, 2022).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque busca resolver problemas (Hernández, y otros, 2018 pág. 33). Para lo cual se basa las investigaciones previas, con las cuales se construye un marco teórico que ayude al investigador a llegar a la solución (Ñaupas, y otros, 2018 pág. 136).

El enfoque de investigación es cuantitativo, ya que “sigue un orden riguroso previamente establecido por el investigador, en el cual cada una de las etapas precede a la siguiente y no se puede saltar pasos, además tiene la característica de poseer magnitudes medibles, en el que el problema de estudio está delimitado y versa sobre cuestiones específicas, se basa en investigaciones previas para construir el marco teórico, del cual derivan hipótesis que serán corroboradas por los resultados aportando evidencias a su favor, y en caso de ser refutadas, se buscará mejores explicaciones y nuevas hipótesis, dichas hipótesis son generadas antes de la recolección y análisis los datos, la recolección de datos se basa en la medición, utilizando procedimientos estandarizados y aceptados por la comunidad científica” (Hernández, y otros, 2018 págs. 6-7).

El diseño de investigación es cuasi experimental, debido a que se tiene el control de los ensayos, pudiendo manipular la variable independiente para conocer el efecto que esta produce sobre la variable dependiente, el sujeto de estudio no se elige al azar, sino que está definido por los parámetros previos (Hernández, y otros, 2018 pág. 173). Por lo tanto, no se puede generalizar.

El nivel de investigación es explicativo, ya que se analizan los datos cuantitativos relacionados con el planteamiento del problema para luego integrarlos en la interpretación y explicación de los descubrimientos (Hernández, y otros, 2018 pág. 634).

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Independiente: ceniza de bagazo de caña y polvo de vidrio.

Definición conceptual:

El Polvo de vidrio es obtenido por abrasión mecánica del vidrio de desecho, el material obtenido queda retenido en la malla No.100, siendo un sustituto adecuado del Cemento al cumplir con los requisitos de ASTM C 618, pudiendo utilizarse también como sustituto de los agregados finos, sin embargo, se pueden producir grietas o segregación debido a su tamaño de partícula (Ibrahim, 2021). Al utilizarse en la elaboración del concreto produce un incremento en la resistencia a la compresión debido a la mejora en las propiedades del sistema de poro (Al-Mansour, y otros, 2019). La Cenizas es un residuo de la quema del bagazo que queda al extraer el jugo a la caña para generar electricidad y producir etanol (Pitolli, y otros, 2021). Estas cenizas además contienen óxido de potasio por lo que son aprovechadas como fertilizante. Al calcinar el bagazo en laboratorio a 650°C se obtiene un polvo fino que pasa la malla No.100 el cual contiene óxido de silicio y óxido de calcio y posee algunas cualidades cementantes.

Definición operacional:

Los investigadores recomiendan un reemplazo de cemento por 10 a 25% de Polvo de vidrio o 5 a 10% de Cenizas como reemplazo del Cemento, por lo que el diseño de mezcla se realizó con 9% GP, 9% GP + 3% SCBA, 9% GP + 6% SCBA y 9% GP + 9% SCBA como reemplazo en peso del Cemento.

3.2.2 Variable dependiente: propiedades mecánicas del concreto estructural

Definición conceptual:

Las estructuras de concreto simple generalmente están diseñadas para resistir esfuerzos de compresión, por tal motivo los diseños de mezcla están referidos a este valor. El concreto, al ser un material compuesto, tiene una baja resistencia a la tracción, por lo general se producen esfuerzos de tracción durante la fragua debido al calor de hidratación del concreto. Mientras que la resistencia a

la flexión nos permite conocer la ductilidad aportada por el material que sustituye al cemento en el concreto, así como el comportamiento de losas de concreto simple (Llontop, y otros, 2019). La magnitud de la carga soportada por el concreto antes de su fallo depende de sus propiedades mecánicas (Yuan, y otros, 2021). Estas propiedades mecánicas están relacionadas con las proporciones en que se combinan sus ingredientes, en especial la relación agua-cemento, el cual actúa como aglutinante de los agregados gruesos y finos (Najaf, y otros, 2022). Los esfuerzos a los que están sometidos los elementos de concreto son principalmente de compresión, además de esfuerzos de corte, torsión, flexión y tracción.

Definición operacional:

Para conocer la resistencia del concreto se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas NTP 339.034:2021 (Instituto Nacional de Calidad, 2021). Medida a los 7, 14 y 28 días, expresada en Kg/cm². Resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica NTP 339.084:2012-2017 (Instituto Nacional de Calidad, 2017). Mediante la ruptura de la probeta en dirección ortogonal a la carga aplicada. Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga centrada NTP 339.078:2022 (Instituto Nacional de Calidad, 2022). La cual nos permite conocer la ductilidad aportada por el material que sustituye al cemento en el concreto.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población se conceptualiza como las muestras que se van a tomar del sujeto de interés para el trabajo de investigación, en este caso el concreto estructural con $f'c=280$ Kg/cm², para lo cual se elaboraron 5 diseños de mezcla con distintos porcentajes de polvo de vidrio reciclado y ceniza de bagazo de caña.

La muestra Se conceptualiza como un subconjunto de la población de estudio, integrado por probetas cilíndricas y prismáticas, elaboradas con distintos diseños de mezcla, según las siguientes proporciones: 9% GP, 9% GP + 3% SCBA, 9% GP + 6% SCBA y 9% GP + 9% SCBA, de forma que el concreto endurecido

mantenga o mejore sus propiedades mecánicas luego de reemplazar un porcentaje de Cemento por las proporciones de insumos indicados, para obtener los datos de compresión se moldearon 3 cilindros por edad los cuales fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días por cada diseño de mezcla, es decir 45 cilindros. Para Tracción se utilizó la NTP 339.084:2012-2017, moldeando 3 cilindros por diseño de mezcla, los cuales fueron ensayados a 28 días. Para Flexión, según NTP 339.078:2022 se moldearon 3 vigas por cada diseño de mezcla y se ensayaron a los 28 días.

Tabla 3. Distribución de muestras según ensayos.

Ítem	Dosificación	Compresión			Tracción	Flexión	#	#
		7d	14d	28d	28d	28d	CIL	VIG
1	Diseño Patrón	3	3	3	3	3	12	3
2	9% GP + 0% SCBA	3	3	3	3	3	12	3
3	9% GP + 3% SCBA	3	3	3	3	3	12	3
4	9% GP + 6% SCBA	3	3	3	3	3	12	3
5	9% GP + 9% SCBA	3	3	3	3	3	12	3
Total, de cilindros 100 x 200 mm							60	
Total, de vigas 150 x 150 x 450 mm							15	

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo: “es el acto de seleccionar un conjunto de elementos de la población o universo con el propósito de reunir datos que darán respuesta a un planteamiento del problema de la investigación” (Hernández, y otros, 2018 pág. 218). La norma mexicana M-MMP-2-02-055/06 define el muestreo como una proporción representativa del concreto tal como es entregado en obra. ACI C318 indica que es posible utilizar dos muestras si estas cumplen con una confianza del 95%. Estos procedimientos están referidos al concreto que se va a utilizar en obra y no como control de calidad durante la elaboración.

El instrumento utilizado para la recolección de datos de resistencia en los Compresión y Tracción fue la prensa hidráulica Forney F-250B-FL-220, con certificado de calibración LFP-C-115-2022, y para la recolección de datos de resistencia en Tracción se utilizó la prensa hidráulica UTEST UTC-4722.FPR con aditamento para flexión configurado en tres puntos y certificado de calibración TC-02503-2023.

Para la obtención de los insumos se utilizó una máquina de abrasión para el polvo de vidrio, para lo cual el laboratorio solicitó que este debería romperse previamente a un tamaño promedio menor a 25 mm, así como un horno mufla que permitió la calcinación del bagazo a una temperatura constante de 650°C. Para el análisis de agregados se utilizó un horno eléctrico horno para determinar su humedad, además de tamices estandarizados para determinar su granulometría, y una balanza digital.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas, está basada en la observación y recolección de datos medibles. La presente investigación es no aleatoria, no probabilística, ya que se basa en la norma y el muestreo de juicios según el criterio del investigador

Instrumentos, son “el medio utilizado por el investigador para registrar la información observada con respecto a las variables durante el desarrollo del estudio” (Hernández, y otros, 2018 pág. 228). Por lo que se emplearán las Norma Técnicas NTP 339.034:2015, NTP 339.078:2022 y NTP 339.084:2012-2017, además de NTP 334.127:2022.

Validez, se refiere al grado de certeza en la medición que se le otorga al instrumento (Hernández, y otros, 2018 pág. 229). Para el presente estudio se adjudicará el certificado de calibración de los instrumentos que se van a utilizar para medir las propiedades mecánicas del concreto estructural.

Confiabilidad, nos indica que el instrumento produce resultados lógicos y aleatorios durante la duración del estudio (Hernández, y otros, 2018 pág. 229). Los resultados del estudio estarán respaldados por los documentos otorgados por el laboratorio, los ensayos se realizarán con la asesoría del personal experimentado.

3.5. Procedimientos

Luego de la adquisición, se procedió a caracterizar los materiales e insumos:

El vidrio de desecho se rompió en tozos con un tamaño menor a 1cm, como se mostró en la figura 2, los cuales se pulverizaron en la máquina de abrasión, alcanzando un tamaño de partícula entre 150 y 300 micras. El bagazo de caña se dejó secar para luego calcinarlo a 650°C y obtener las cenizas, las cuales tienen un tamaño de partícula menor a 150 micras. Se realizaron estudios sobre las propiedades físicas de los agregados, como absorción, contenido de humedad, granulometría, peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado, con lo que se realizó el diseño de mezcla según ACI 211.1-22 (American Concrete Institute, 2022). Se eligió cemento APU ya que según su ficha técnica es el que más se asemeja a los requisitos de desempeño establecidos en NTP 334.82:2016/MT1-2018 (Instituto Nacional de Calidad, 2018), Luego se procedió a la elaboración y curado de las probetas de concreto, tal como se detalla en la figura 8. Los ensayos a compresión fueron realizados a los 7, 14 y 28 días y los de tracción y flexión a los 28 días.

3.6. Método de análisis de datos

Luego de realizar los ensayos de laboratorio, los resultados se ingresarán en una hoja de cálculo, lo cual facilitará la elaboración de tablas y gráficos que permitan evaluar las propiedades mecánicas del concreto estructural, conduciendo a una conclusión que se constatará la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se desarrolló con respeto y honestidad, respetando los derechos de los autores que fueron de utilidad durante el desarrollo, los cuales fueron debidamente citados. Los resultados obtenidos son datos reales y no se alteró ningún ciclo durante el transcurso del proceso de desarrollo.

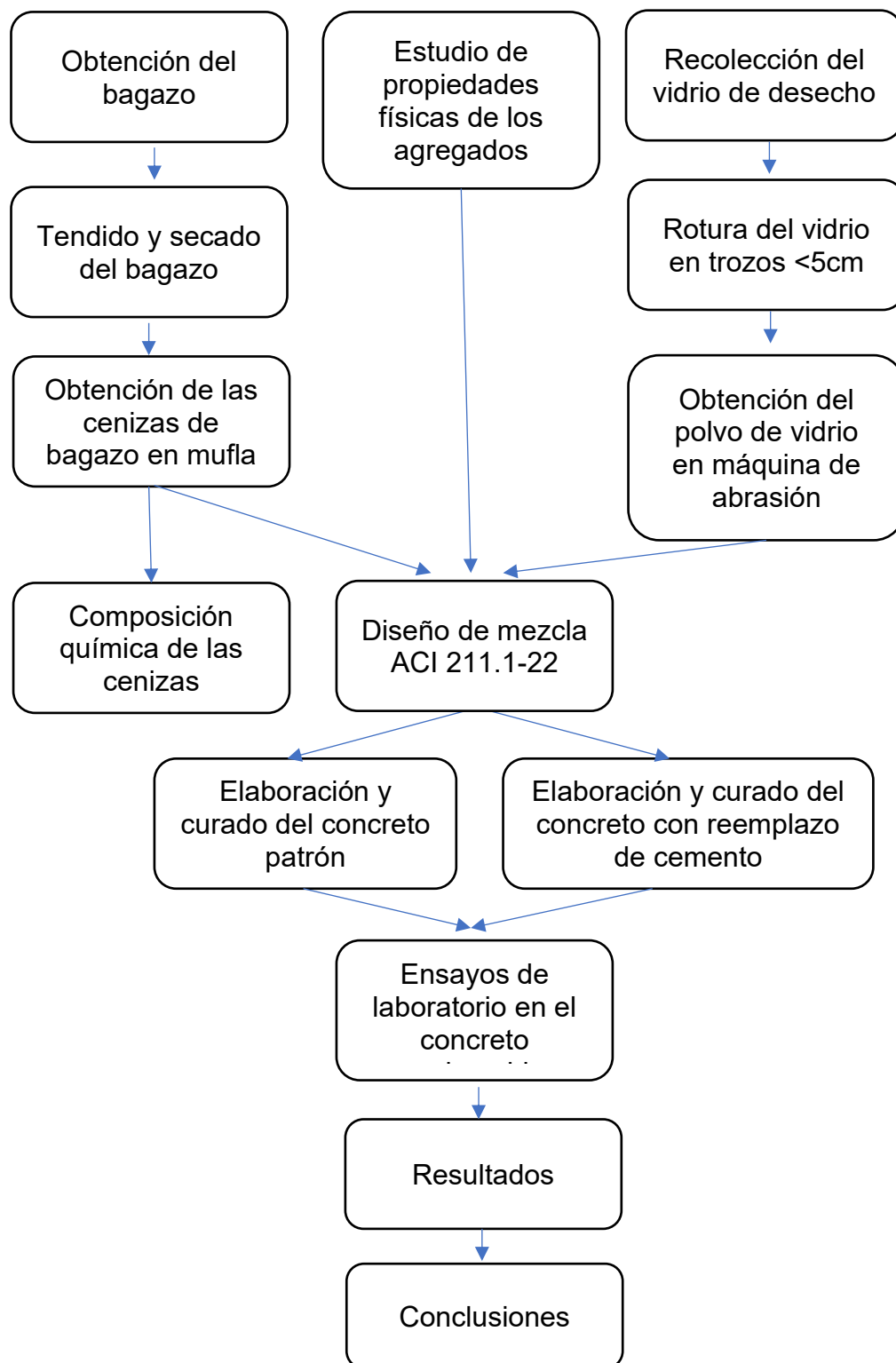


Figura 8. Procedimiento.

La caña de azúcar fue obtenida de Cañita León, Pachachaca, Apurímac.



Figura 9. Cañita León, elaboración propia.



Figura 10. Ubicación, fuente: Google Maps



Figura 11. Obtención y secado de la caña, elaboración propia



Figura 12. Calcinado del bagazo, fuente LABICER, 2023

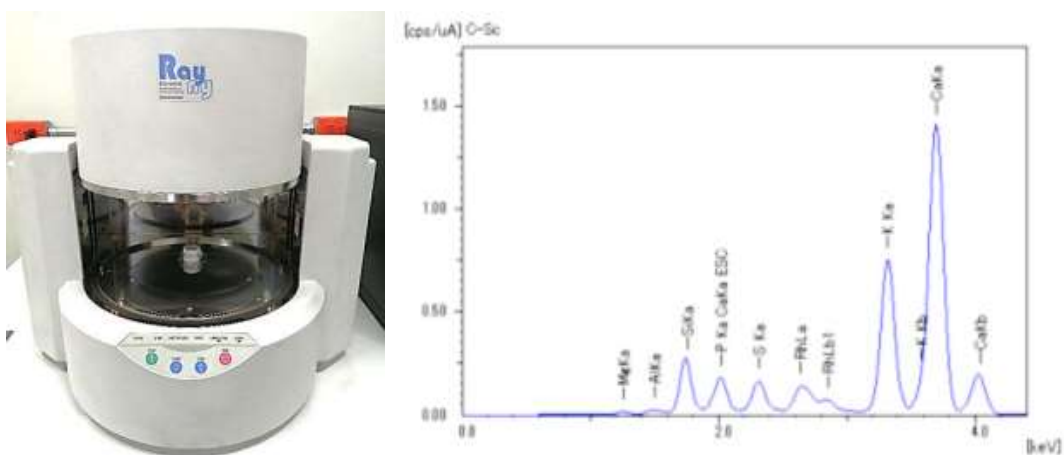


Figura 13. Análisis químico de las cenizas, fuente LABICER, 2023



Figura 14. Materiales e insumos, elaboración propia



Figura 15. Triturado del vidrio, elaboración propia



Figura 16. Agregados, elaboración propia



Figura 17. Elaboración de las muestras, elaboración propia

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos del análisis en laboratorio muestran que el concreto con reemplazo de cemento por 9% GP + 6% SCBA fue el que obtuvo un mejor resultado a 28 días, según se puede observar en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. *Propiedades mecánicas del concreto estructural.*

Dosificación	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)			Resistencia a la tracción (Kg/cm ²)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm ²)
	7 d	14 d	28 d	28 d	28 d
Diseño Patrón	230.4	259.3	290.1	20.8	32.9
9% GP + 0% SCBA	211.1	251.7	288.6	20.8	33.0
9% GP + 3% SCBA	217.8	264.0	307.1	22.7	32.9
9% GP + 6% SCBA	145.3	196.5	312.8	23.2	38.5
9% GP + 9% SCBA	77.5	120.8	213.0	21.8	35.9

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. *Porcentaje de resistencia respecto al diseño patrón.*

Dosificación	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)			Resistencia a la tracción (Kg/cm ²)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm ²)
	7 d	14 d	28 d	28 d	7 d
9% GP + 0% SCBA	- 8.4	- 2.9	- 0.5	0.2	0.3
9% GP + 3% SCBA	- 5.5	1.8	5.9	9.0	- 0.2
9% GP + 6% SCBA	- 36.9	- 24.2	7.8	11.6	17.0
9% GP + 9% SCBA	- 66.4	- 53.4	- 26.6	4.7	9.2

Fuente: elaboración propia.

Con el material excedente se elaboraron 2 probetas con reemplazo de 9% SCBA, y 2 probetas con 9% GP + 4.5% SCBA + 4.5% CaSO₄-1/2H₂O, cuya resistencia a la compresión (28 días) se muestran en la tabla 6, en el caso de 9% SCBA superó al concreto convencional por 3%, mientras que la muestra que contenía únicamente 9% GP tuvo propiedades de compresión similares a las del concreto convencional, incrementando sus propiedades de tracción. Por lo que ambos insumos puzolánicos sí influirían en las propiedades del concreto, tanto de manera individual, como en una mezcla ternaria.

Tabla 6. Resistencia a la compresión de otras mezclas de concreto.

Diseño	Resistencia a la Compresión 28 días	
	Kg/cm ²	% Patron
0% GP + 9% SCBA	299.6	3.3
9% GP + 4.5% SCBA + 4.5% CaSO ₄ -1/2H ₂ O	189.9	-34.5

Fuente: elaboración propia.

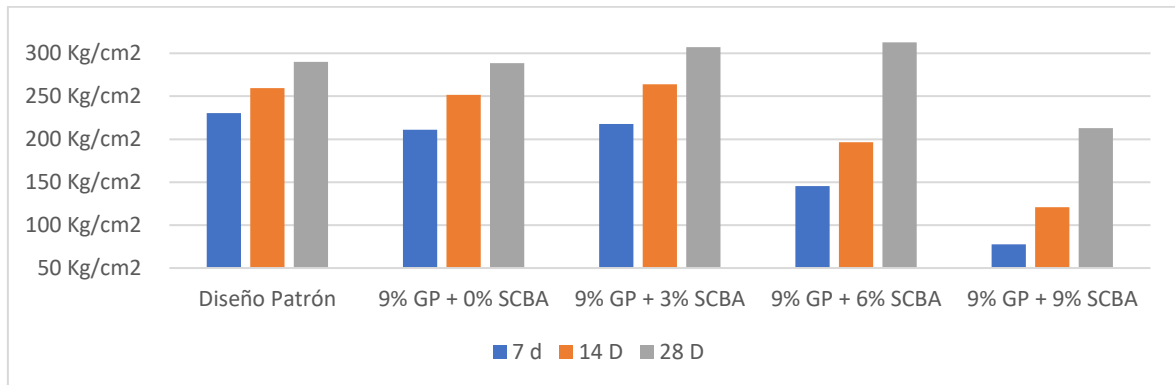


Figura 18. Resistencia a la compresión, elaboración propia.

El diseño con 9% GP + 6% SCBA s fue el que mostró mejores resultados en los ensayos a compresión a 28 días, aunque en las primeras semanas mostro valores mucho menores que el diseño patrón. Esto pudiera deberse a la demora que se da en las reacciones puzolánicas iniciales de las cenizas (Elbuaishi, 2020). Las cuales continúan produciendo hidratos de silicato de calcio e hidratos de aluminato de calcio, incrementando la resistencia a la compresión hasta pasados los 120 días (Gupta, y otros, 2021). Asimismo, si se compara el diseño de mezcla de 9% GP + 9% SCBA, el cual alcanzó 213 Kg/cm² a los 28 días con un concreto convencional $f'c = 210$ Kg/cm² se tiene un ahorro de Cemento del 13%, o unos 53 Kg por metro cúbico de concreto. Como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Comparación con concreto convencional $f'c = 210$ Kg/cm².

Dosificación	A Fino (Kg)	A Grueso (Kg)	Cemento (Kg)	Agua (L)	Polvo de vidrio (Kg)	Cenizas (Kg)
210 convencional	48.4	49.8	23.9	14.4	-	-
9% GP + 9% SCBA	47.0	47.9	20.8	12.9	2.3	2.3

Fuente: elaboración propia.

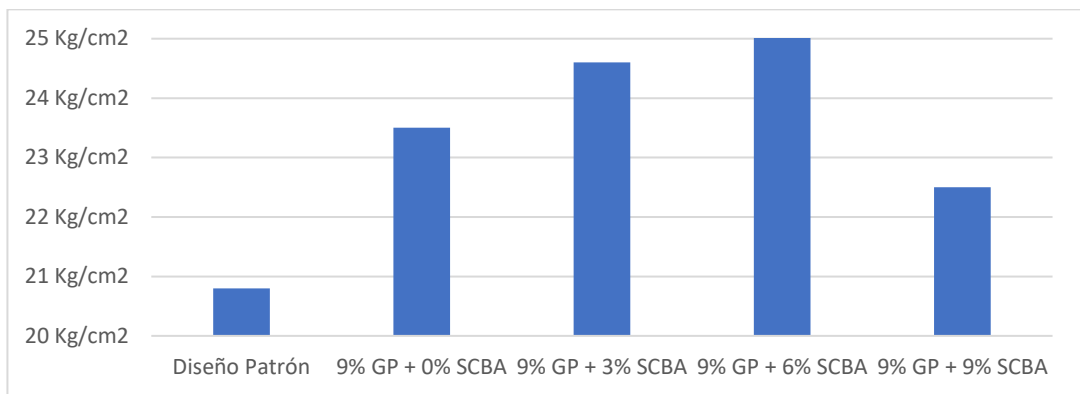


Figura 19. Resistencia a la tracción a 28 días, elaboración propia.

Como se observa en la figura 10, las propiedades de tracción mostraron una mejora en todas las combinaciones con contenido de GP respecto al diseño patrón, debido a la mejora en la microestructura, tal como lo indicó Tremiño (2022) en su investigación.

En el caso de las propiedades de flexión se puede decir que el contenido de 9% de GP no influye sobre esta propiedad, sin embargo, esta mejora al utilizar SCBA, siendo la mezcla ternaria con 9% GP + 6% SCBA la que muestra un mejor comportamiento en los ensayos, como se puede observar en la figura 11.

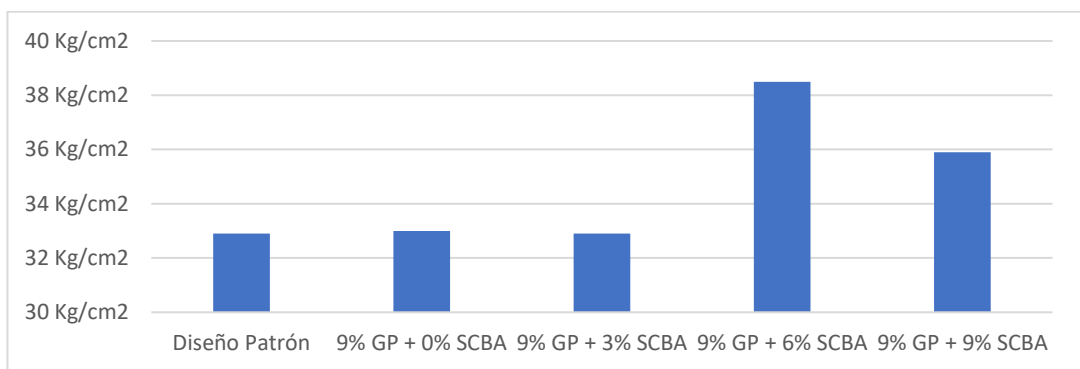


Figura 20. Resistencia a la flexión a 28 días, elaboración propia.

Contrastación de hipótesis

Para comprobar si las hipótesis de la investigación deben ser rechazada o no se tomará un intervalo de confianza del 95%, para los cálculos estadísticos se hizo uso del programa IBM SPSS V.27.

Prueba de normalidad de la hipótesis específica 1:

H0: “Los datos obtenidos de resistencia a la compresión del concreto siguen una distribución normal”.

H1: “Los datos obtenidos de resistencia a la compresión del concreto no siguen una distribución normal”.

Al tener menos de 50 datos, se aplica Shapiro-Wilk, los resultados de SPSS se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Pruebas de normalidad - Resistencia a la Compresión.

Dosificación	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	0.910	9	0.317
9% GP + 0% SCBA	0.899	9	0.247
9% GP + 3% SCBA	0.897	9	0.235
9% GP + 6% SCBA	0.824	6	0.096
9% GP + 9% SCBA	0.849	6	0.154

Fuente: SPSS

De la tabla 8, se tiene que p-valor se encuentra entre 0.096 y 0.317 \geq 5%, por lo que se rechaza H1 y se acepta la hipótesis nula. A continuación, se procede con la prueba paramétrica mediante el análisis de la varianza (ANOVA).

Prueba ANOVA de la hipótesis específica 1:

H0: “El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio no influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023”.

H1: “El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023”.

Tabla 9. Prueba ANOVA – Resistencia a la Compresión.

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	98728,366	2	49364,183	34,047	< 0.001
Residuo	52195,597	36	1449,878		
Total	150923,962	38			

Fuente: SPSS

De la tabla 9, se tiene que p-valor es menor a $0.001 \leq 5\%$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador. Los coeficientes del modelo matemático se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Coeficientes de regresión

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.
	B	Desv.Error			
(Constante)	205,026	16,243		10,622	< 0.001
Reemplazo	-482,722	99,018	-0,478	-4,875	< 0.001
Edad	4,650	0,698	0,653	6,658	< 0.001

Fuente: SPSS

$$f'c \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 205.026 + 4.650 E - 482.722 R$$

Donde E es la edad en días y R es la proporción de cemento reemplazado.

Prueba de normalidad de la hipótesis específica 2:

H0: “Los datos obtenidos de resistencia a la tracción del concreto siguen una distribución normal”.

H1: “Los datos obtenidos de resistencia a la tracción del concreto no siguen una distribución normal”.

Al tener menos de 50 datos, se aplica Shapiro-Wilk, los resultados de SPSS se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Prueba de normalidad

Dosificación	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	0,890	3	0,355
9% GP + 0% SCBA	1,000	3	0,985
9% GP + 3% SCBA	0,950	3	0,571
9% GP + 6% SCBA	0,968	3	0,659
9% GP + 9% SCBA	0,849	3	0,237

Fuente: SPSS

De la tabla 11, se tiene que p-valor se encuentra entre 0.237 y 0.985 \geq 5%, por lo que se rechaza H1 y se acepta la hipótesis nula. A continuación, se procede con la prueba (ANOVA).

Prueba ANOVA de la hipótesis específica 2:

H0: “El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio no influye en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023”.

H1: “El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023”.

Tabla 12. Prueba ANOVA – Resistencia a la tracción

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	5,941	1	5,941	5,818	0,031
Residuo	13,274	13	1,021		
Total	19,215	14			

Fuente: SPSS

De la tabla 12, se tiene que p-valor es menor a 0.031 \leq 5%, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador. Los coeficientes del modelo matemático se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Coeficientes del modelo (tracción)

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.
	B	Desv.Error			
(Constante)	20,758	0,525		39,501	< 0.001
Reemplazo	10,188	4,224	0,556	2,412	0,031

Fuente: SPSS

$$\sigma_R \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 20.758 + 10.188 R$$

Donde R es la proporción de cemento reemplazado.

Prueba de normalidad de la hipótesis específica 3:

H0: “Los datos obtenidos de resistencia a la flexión del concreto siguen una distribución normal”.

H1: “Los datos obtenidos de resistencia a la flexión del concreto no siguen una distribución normal”.

Al tener menos de 50 datos, se aplica Shapiro-Wilk, los resultados de SPSS se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Prueba de normalidad

Dosificación	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	0,996	3	0,877
9% GP + 0% SCBA	0,881	3	0,327
9% GP + 3% SCBA	0,966	3	0,646
9% GP + 6% SCBA	0,860	3	0,267
9% GP + 9% SCBA	0,942	3	0,534

Fuente: SPSS

De la tabla 15, se tiene que p-valor se encuentra entre 0.267 y 0.877 \geq 5%, por lo que se rechaza H1 y se acepta la hipótesis nula. A continuación, se procede con la prueba (ANOVA).

Prueba ANOVA de la hipótesis específica 3:

H0: “El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio no influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023”.

H1: “El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023”.

Tabla 15. Prueba ANOVA – Resistencia a la flexión.

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	40,474	1	40,474	4,733	0,049
Residuo	111,163	13	8,551		
Total	151,637	14			

Fuente: SPSS

De la tabla 15, se tiene que p-valor es menor a $0.049 \leq 5\%$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador. Los coeficientes del modelo matemático se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Coeficientes de regresión

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.
	B	Desv. Error			
(Constante)	32,104	1,521		21,111	< 0.001
Reemplazo	26,591	12,222	0,517	2,176	0,049

Fuente: SPSS

$$\sigma \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 32.104 + 26.591 R$$

Donde R es la proporción de cemento reemplazado.

Conclusión de las hipótesis

Como se vio en el análisis estadístico, con un 95% de certeza, el uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en las propiedades mecánicas del concreto estructural, Lima 2023.

La justificación económica para la presente investigación fue que la sustitución de cemento por insumos reciclados reduciría los costos en la elaboración del concreto, por lo cual se procede a realizar un análisis en el costo de producción por m³ de concreto con reemplazo de 9% GP + 6% SCBA, que fue el que dio mejores resultados, para luego compararlo con un concreto convencional f_c = 280 Kg/cm², dando que este reemplazo permitiría un ahorro del 16.7% por m³.

Tabla 17. Costo por m³, concreto convencional f_c = 280 Kg/cm²

Material	Cantidad	Cantidad equivalente	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	463.5 Kg	10.91 bls	28.00	305.36
A. fino	767.6 Kg	0.51 m ³	45.00	22.82
A. grueso	840.6 Kg	0.65 m ³	45.00	29.21
Agua	242.1 Lt	0.24 m ³	2.10	0.51
Total, S/.				357.90

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Costo por m³, concreto con 9% GP + 6% SCBA

Material	Cantidad	Cantidad equivalente	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	363.0 Kg	8.54 bs	28.00	239.15
GP**	38.4 Kg	38.40 Kg	0.10	3.84
SCBA*	25.6 Kg	0.03 Tn	15.20	0.39
A. fino	840.2 Kg	0.55 m ³	45.00	24.97
A. grueso	840.5 Kg	0.65 m ³	45.00	29.21
Agua	226.7 L	0.23 m ³	2.10	0.48
Total, S/.				298.04

Fuente: elaboración propia.

* Para SCBA solamente se calculó consumo de combustible ya que, al ser un material de desecho industrial, no requeriría mayor tratamiento para su uso en el concreto. El consumo para 200Km sería aproximadamente 19 galones para camiones mayores a 20 Tn, dando aproximadamente S/15.2 por tonelada.

** En el caso GP el precio en los centros de reciclaje es S/.0.10 el Kg, además el contratista además deberá adquirir una máquina para triturarlo.

Discusión 1, tal como se vio en los antecedentes, la Cenizas tiene un lento incremento en su edad temprana, viendo la dosificación 9% GP + 6% SCBA, hasta los 14 días no alcanzaba los 200 Kg/cm², mostrando un 75% de resistencia a la compresión del concreto convencional, sin embargo a los 28 días la resistencia a la compresión superó un 8% sobre la resistencia del concreto convencional. Viendo únicamente los insumos que se utilizaron como reemplazo del cemento, podemos observar que 9% de Cenizas tiene una Resistencia a la compresión cercana a los 300 Kg/cm² y 9% Polvo de vidrio llegó a 290 Kg/cm² al igual que el diseño Patrón, por lo que se puede decir que es posible realizar el reemplazo de estos insumos. En el caso de 9% GP + 3% SCBA y 9% GP + 6% SCBA se observa que el uso de las cenizas mejora las propiedades del concreto con polvo de vidrio. Rentería (2023), en su investigación señala que es posible el reemplazo de hasta 10% de Cemento por Cenizas manteniendo las propiedades del concreto. Tremiño (2022), al reemplazar 10% de polvo de ladrillo y 10% de polvo de vidrio obtuvo resistencias similares al concreto convencional a los 28 días, superándolo por 9% a los 250 días. Ponca (2022), alcanzó una Resistencia a la compresión 11% mayor que el diseño patrón al reemplazar 15% de Cemento por Polvo de vidrio y 13% mayor al reemplazar 25%, en otros casos la Resistencia a la compresión se redujo, en todas las edades, la Resistencia a la compresión tuvo un incremento respecto al diseño patrón. Herbas (2020), al efectuar un reemplazo de 7% encontró que la Resistencia a la compresión se incremento menos de 2%, por lo que se podría considerar igual al diseño patrón, en porcentajes de reemplazo superiores la Resistencia a la compresión se redujo, cabe notar que en este caso, a la edad de 7 días, la Resistencia a la compresión era 16% menor a la del diseño Patrón.

Discusión 2, para el caso de la Resistencia a la tracción, se podría decir que la combinación de polvo de vidrio y ceniza de bagazo incrementaría la resistencia del concreto convencional, ya que esta mejoró en todos los casos, llegando a incrementarse 11% para la dosificación con reemplazo de 9% GP + 6% SCBA. Arshad [et al.] (2020) en su investigación con reemplazo de húmo de sílice y cenizas de bagazo, tuvo un incremento de resistencia en todas sus dosificaciones, siendo las que contenían 8% de húmo de sílice y 10% de cenizas de bagazo, un 14% más

que el concreto convencional. Nikhade (2023) indica que el uso de cenizas afecta la elasticidad del concreto, por lo que el uso de 0.6% de fibra de vidrio podría mejorar las propiedades de flexión en hasta un 25%.

Discusión 3, las cenizas de bagazo mejorarían las propiedades de flexión del concreto, ya que, si bien no presento una disminución de resistencia notoria al utilizar únicamente polvo de vidrio, sin embargo, al utilizar 6% y 9% de cenizas de bagazo, además del polvo de vidrio, esta propiedad mejoró notablemente, llegando a superar por 17% y 9% respectivamente al diseño patrón. Rentería (2023) en su investigación encontro que la resistencia a la flexión se redujo en todos los casos proporcionalmente al peso de cemento reemplazado, sin embargo, recomienda el uso de 10% de reemplazo ya que esta reducción fue únicamente de 12%, mientras que la resistencia a la compresión mostró valores similares a los del concreto convencional. Ponca (2022), al analizar la resistencia a la flexión, encontró que un reemplazo de 14% hacia que el concreto tenga bajas resistencias a edades tempranas, pero a los 28 días se producía un incremento de resistencia del 5%, mientras que al reemplazar 21% la resistencia a la flexión se redujo. Badillo [et al.] (2020) también indica que a edades tempranas, las cenizas de bagazo producen una reducción en las propiedades de flexión del concreto, sin embargo llegan a igualarlas a los 56 días. Herbas (2020) encontró una reducción en la Resistencia a la flexión en todas las edades, siendo esta menor en el caso de 7% de reemplazo en que se ubicó cerca de 3% por debajo del diseño patrón, también se vio que se produce un lento incremento en la Resistencia a la flexión, la cual las primeras edades fue hasta un 20% menor que el diseño patrón.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el uso de Polvo de vidrio y ceniza de bagazo como reemplazo de cemento, mejora las propiedades de compresión del concreto, sin embargo, dicho incremento en la resistencia se da de manera progresiva. En las dos primeras semanas casi todas las dosificaciones mostraban resistencias menores a las del concreto convencional, y a partir de los 28 días se ve un incremento al llegar hasta superarlo por 8% para el caso de 9% GP + 6% SCBA, lo que concuerda con la literatura revisada que predice un incremento entre el 2 y 13%, sin embargo, al incrementar el porcentaje de reemplazo, la resistencia se redujo.

Se concluye que el uso de Polvo de vidrio y ceniza de bagazo como reemplazo de cemento, mejora las propiedades de tracción del concreto en todas las dosificaciones, incrementando la resistencia en 11% para el caso de 9% GP + 6% SCBA, lo cual concuerda con los resultados de Arshad [et al.] (2020).

Se concluye que el uso de Polvo de vidrio y ceniza de bagazo como reemplazo de cemento, mejora las propiedades de tracción del concreto, siendo la dosificación con 9% GP + 6% SCBA la que mostró mejores resultados con un 17% más que el concreto convencional, sin embargo la literatura indica que este incremento debería ser menor, lo que puede deberse a que se configuró la prensa con tres puntos de apoyo para que muestre de manera más fidedigna los esfuerzos cortantes de los elementos estructurales, mientras que la configuración con cuatro puntos de apoyo se usa para pavimentos rígidos.

Se concluye que un reemplazo de 9% GP + 6% SCBA, permitiría un ahorro en los costos de producción del concreto de 16.7% por m³

La evaluación estableció que el uso de ambos insumos si influirían en las propiedades del concreto, llegando a mejorar las propiedades mecánicas del concreto convencional a los 28 días.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de 9% GP + 6% SCBA como reemplazo de Cemento ya que además de reducir el uso de cemento en cerca de 28% como se muestra en las tablas 17 y 18, incrementa la resistencia a la compresión en cerca de 8% comparado al concreto convencional $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, llegando a resistir 313 Kg/cm^2 , además de tener buena trabajabilidad debido al uso de polvo de vidrio.

Los reemplazos con 6% y 9% de SCBA, además de 9% GP mostraron una mejora significativa en la resistencia a la flexión, por lo que se le atribuye dicho incremento en la resistencia al uso de cenizas de bagazo, sin embargo, debido a que los datos obtenidos son muy cercanos, habría que realizar análisis a mayores edades para confirmar dicha tendencia.

Se recomienda realizar estudios con cenizas de bagazo calcinadas a 800°C .

Se recomienda realizar estudios adicionando fibra de vidrio.

REFERENCIAS

Abdalla, Tareg, y otros. 2022. *Mechanical Properties of Eco-friendly Concrete Made with Sugarcane Bagasse Ash*. Nairobi : Kenyatta University of Agriculture and Technology, 2022. 2676-6957.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2022. Emisiones de dióxido de carbono. [En línea] 14 de Junio de 2022. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>.

Al-Mansour, Ahmed, y otros. 2019. *Green Concrete: By-Products Utilization and Advanced Approaches*. Massachusetts, Estados Unidos : MIT Open Access Articles, 2019.

Alvarez, Pedro y Lozano, Manuel. 2021. *Diseño de concreto utilizando escoria de acero a partir de la sustitución del agregado fino y su impacto en la resistencia a compresión y resistencia a flexión, Lima – 2020*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021.

American Concrete Institute. 2022. *Selecting Proportions for Normal-Density and High-Density Concrete-Guide*. Farmington Hills, MI 48331 : American Concrete Institute, 2022.

Arshad, Sohaib, et al. 2020. *Efficiency of Supplementary Cementitious Materials and Natural Fiber on Mechanical Performance of Concrete*. Lahore Cantt : Arabian Journal for Science and Engineering, 2020. pp. 8577–8589. Vol. 45.

Asociación de Productores de Cemento. 2022. *Reporte Estadístico Mensual, Septiembre 2022*. Lima, Perú : Asociación de Productores de Cemento, 2022.

Badillo, Yarleydis, Carvajal, Yina y Montoya, George. 2020. *Diagnóstico patológico del pavimento rígido comprendido entre el k1+440 hasta k1+920 en la avenida Ferrocarril de la ciudad de Ibagué - Tolima*. Ibagué : Universidad Cooperativa de Colombia, 2020.

El Comercio. 2021. En el Perú el 25% de las 260 mil toneladas de vidrio producidas contienen vidrio reciclado. [En línea] 30 de Octubre de 2021. <https://elcomercio.pe/economia/en-el-peru-el-25-de-las-260-mil-toneladas-de-vidrio-producidas-contienen-vidrio-reciclado-noticia/>.

Elbuaishi, Eman. 2020. *Properties of biomass fly ash concrete.* Inglaterra : Universidad de Sheffield Hallam, 2020.

Fládr, Josef, y otros. 2019. *Macroscopic and microscopic properties of high performance concrete with partial replacement of cement by fly ash.* Praga : Universidad Técnica Checa, 2019. 1662-9779.

Fragoso, John y Visbal, Julio. 2021. *El uso de la puzolana de origen natural en concreto hidráulico.* Cartagena, Colombia : Universidad de Cartagena, 2021.

Gupta, C. K., Sachan, A. K. y Kumar, R. 2021. *Examination of Microstructure of Sugar Cane Bagasse Ash and Sugar Cane Bagasse Ash Blended Cement Mortar.* Uttar Pradesh, India : Sugar Tech, 2021. Vol. 23. 651-660.

Gupta, Pritish, Wirquinb, Eric y Bokhoreec, Chandradeo. 2021. *Sustainable concrete: Potency of sugarcane bagasse ash as a cementitious material in the construction industry.* s.l. : Case Studies in Construction Materials, 2021. Vol. 14.

Herbas, Cristian y Vargas, Hans. 2020. *Comparación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando cenizas de hojas de plátano y vidrio reciclado en pavimentos rígidos, Mala 2020.* Lima : Universidad César Vallejo, 2020.

Hernández, Karen, Restrepo, Daniela y Zapata, Laura. 2022. *Innovative use of agro-waste cane bagasse ash and waste glass as cement replacement for green concrete. Cost analysis and carbon dioxide emissions.* Medellín, Colombia : Universidad Cooperativa de Colombia, 2022.

Hernández, Roberto y Mendoza, Christian. 2018. *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* México D.F. : McGraw-Hill, 2018. 978-1-4562-2396-0.

Hussain, Zainab y Fawzi, Nada. 2022. *Behavior of reactive powder concrete containing recycled glass powder reinforced by steel fiber.* Baghdad : Journal of the Mechanical Behavior of Materials, 2022. págs. 233-239.

Ibrahim, K.I.M. 2021. *Recycled waste glass powder as a partial replacement of cement in concrete containing silica fume and fly ash.* Egipto : Higher Institute of Engineering and Technology of Kafr-EL-Shiekh, 2021.

Instituto Nacional de Calidad. 2018. *NTP 334.086.* San Isidro : INACAL, 2018.

—. 2018. *NTP 334.82:2016/MT1-2018.* San Isidro : INACAL, 2018.

- **2021.** *NTP 339.034:2021.* San Isidro : INACAL, 2021.
- **2022.** *NTP 339.078:2022.* San Isidro : INACAL, 2022.
- **2017.** *NTP 339.084:2012-2017.* San Isidro : INACAL, 2017.
- **2019.** *NTP 339.088.* San Isidro : INACAL, 2019.
- **2018.** *NTP 400.037 2018.* 4° Edición. San Isidro : INACAL, 2018.

Jiménez, Pedro, García, Álvaro y Morán, Francisco. 2001. *Hormigón armado.* 14°. Barcelona : Gustavo Gili, 2001. 842521825X.

Kongboon, Ratchayuda, Gheewala, Shabbir y Sampattagul, Sate. 2022. *Greenhouse gas emissions inventory data acquisition and analytics for low carbon cities.* Tailandia : Journal of Cleaner Production, 2022. Vol. 343. 0959-6526.

Llontop, Carolina y Ruiz, Mercedes. 2019. *Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón.* Lima, Perú : Universidad Ricardo Palma, 2019.

Mangi, Sajjad, y otros. 2017. *Utilization of sugarcane bagasse ash in concrete as partial replacement of cement.* 2017. Vol. Materials Science and Engineering.

Mariaková, Diana, y otros. 2021. *Waste Glass Powder Reusability in High-Performance Concrete: Leaching Behavior and Ecotoxicity.* [ed.] Belén González-Fonteboa. 2021. Vol. 14.

Memon, Shazim, y otros. 2021. *Incorporation of Wheat Straw Ash as Partial Sand Replacement for Production of Eco-Friendly Concrete.* Basilea, Suiza : MDPI, 2021.

Memon, Shazim, y otros. 2022. *Use of Processed Sugarcane Bagasse Ash in Concrete as Partial Replacement of Cement: Mechanical and Durability Properties.* Astana : Nazarbayev University, 2022.
<https://doi.org/10.3390/buildings12101769>.

Ministerio de Economía y Finanzas. 2019. *Plan Nacional de Infraestructura para la Competividad.* Perú : Ministerio de Economía y Finanzas, 2019.

Montoya, Jiménez, y otros. 2018. *Hormigón armado.* 16°. Barcelona : Gustavo Gili, 2018.

Najaf, Erfan, Orouji, Maedeh y Zahrai, Seyed Mehdi. 2022. *Improving nonlinear behavior and tensile and compressive strengths of sustainable lightweight*

concrete using waste glass powder. Teherán, Irán : Nonlinear Engineering, 2022. págs. 58-70. Vol. 11. 2192-8029.

Nikhade, Harshal, y otros. 2023. *Behavior of geomaterial composite using sugar cane bagasse ash under compressive and flexural loading*. Nagpur : Yeshwantrao Chavan College of Engineering, 2023.

Nilson, Arthur. 1999. *Diseño de estructuras de concreto*. 12°. Santafé de Bogotá : McGraw-Hill Interamericana, 1999.

Nord, Lars O. y Bolland, Olav. 2020. *Carbon Dioxide Emission Management in Power Generation*. Trondheim, Noruega : John Wiley & Sons, 2020. 978-3-527-34753-7.

Ñaupas, Humberto, y otros. 2018. *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia : Ediciones de la U, 2018. 978-958-762-876-0.

Ontieri, Peter. 2019. *Structural Performance of Concrete with Waste Glass Enhanced with Wood Ash*. Juja : Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, 2019.

Pitolli, Gabriela, y otros. 2021. *Comparison of original and washed pure sugar cane bagasse ashes as supplementary cementing materials*. s.l. : Construction and Building Materials, 2021. Vol. 272. 0950-0618.

Ponceca, Wilman. 2022. *Evaluación de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en el pavimento rígido $f'c$: 280 kg/cm², Andahuaylas, 2022*. Lima : Universidad César Vallejo, 2022.

Porrero, Joaquín, y otros. 2014. *Manual del concreto estructural*. Caracas : PAG Marketing Soluciones, 2014. 9789807658003.

Rentería, Félix y Ascoy, Kevin. 2023. *Influencia de la sustitución del agregado fino por ceniza de bagazo de caña de azúcar en propiedades físicas-mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2022*. Piura : Universidad César Vallejo, 2023.

Rivera, Máximo y Saldaña, Rosario. 2019. *Concreto con refuerzo de fibra de betarraga para mejorar la resistencia del concreto*. Lima : Universidad Privada Ricardo Palma, 2019.

Sakib, Nazmus, y otros. 2023. *Utilization of Sugar Mill Waste Ash as Pozzolanic Material in Structural Mortar*. Selangor : Universidad Nacional de Malasia, 2023.

Sigvardsen, Nina Marie. 2020. *Utilisation of Wood Ash in Cement-Based Materials*. Dinamarca : Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering., 2020.

Sinđić, Radmila y Grebović, Marko. 2019. *Estimation of Tensile Strength of High Strength Concrete Based on Experimental Results*. Podgorica : Facultad de Ingeniería Civil, UIniversidad de Montenegro, 2019. 1662-977.

Sociedad de Comercio Exterior del Perú. 2022. Solo aprovechamos el 1% de residuos orgánicos e inorgánicos que generamos. [En línea] 11 de Febrero de 2022. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/solo-aprovechamos-el-1-de-residuos-organicos-e-inorganicos-que-generamos>.

Sun, Lianfang, y otros. 2021. *A Novel Method of Crushing Glass Aggregates to Reduce the Alkali-Silica Reaction*. Jinan, China : KSCE Journal of Civil Engineering, 2021.

Tremiño, Rosa. 2022. *Efectos a muy largo plazo de las adiciones de polvo de vidrio, polvo de ladrillo y ceniza volcánica en la estructura porosa y durabilidad de morteros de cemento*. Alicante : Universidad de Alicante, 2022.

Yuan, Qiang, y otros. 2021. *Civil Engineering Materials - From Theory to Practice*. Shenzhen, China : Elsevier, 2021. 978-0-12-822865-4.

Zheng, Xuan, Gao, Shengzhe y Wang, Zhongzhen. 2023. *Effect of pozzolanic reaction of zeolite on its internal curing performance in cement-based materials*. Hebei : Hebei University, 2023.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Título: Influencia del uso de ceniza de bagazo de caña y polvo de vidrio en las propiedades del concreto estructural, Lima 2023

Autor: Alarcón Moreno, Henry Nathaniel

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Variable independiente: Ceniza de Bagazo de Caña (Cenizas) y polvo de vidrio (Polvo de vidrio)	Cenizas se obtiene al calcinar los residuos de la caña de azúcar a 650°C. Polvo de vidrio se obtiene por abrasión mecánica del vidrio de desecho.	Polvo de vidrio aumenta la fluidez del concreto por lo que se reemplazó un porcentaje constante y se varió el contenido de Cenizas hasta llegar a 18% de reemplazo de peso de Cemento	Dosificación, sustitución de un porcentaje de Cemento en el diseño de mezcla patrón, por los insumos indicados	Diseño Patrón	%
				9% GP + 0% SCBA	%
				9% GP + 3% SCBA	%
				9% GP + 6% SCBA	%
				9% GP + 9% SCBA	%
Variable dependiente: Propiedades del Concreto Estructural	La resistencia del concreto a las cargas depende de la proporción sus ingredientes, especialmente de la relación a/c	Datos obtenidos mediante ensayos de carga en laboratorio, hasta la rotura de la probeta, medidos a 7, 14 y 28 días para la resistencia a la compresión y a 28 días para la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión según la Norma Técnica Peruana correspondiente	Propiedades mecánicas del concreto endurecido	Resistencia a la Compresión NTP 339.078:2022	Kg/cm ²
				Resistencia a la Tracción NTP 339.084:2012-2017	Kg/cm ²
				Resistencia a la Flexión NTP 339.078:2022	Kg/cm ²

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Título: Influencia del uso de ceniza de bagazo de caña y polvo de vidrio en las propiedades del concreto estructural, Lima 2023

Autor: Alarcón Moreno, Henry Nathaniel

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente				
¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto estructural, Lima 2023?	Determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto estructural, Lima 2023	El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en las propiedades mecánicas del concreto estructural, Lima 2023	ceniza de bagazo de caña y polvo de vidrio	Dosificación (sustitución de las proporciones indicadas por peso de cemento portland ordinario)	Diseño Patrón 9% GP + 0% SCBA 9% GP + 3% SCBA 9% GP + 6% SCBA 9% GP + 9% SCBA	Ficha de recolección de datos	Tipo: aplicada Enfoque: cuantitativa Diseño: no experimental Nivel: explicativa
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente				
¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023?	Determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023	El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural, Lima 2023	propiedades mecánicas del concreto estructural	Ensayos de laboratorio, realizados según la Norma Técnica Peruana	Resistencia a la Compresión	NTP 339.078:2022	Población: probetas cilíndricas de 100x200mm y probetas prismáticas de 150x150x550mm elaboradas con concreto f'c=280 Kg/cm ² ,
¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023?	Determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023	El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural, Lima 2023			Resistencia a la Tracción	NTP 339.084:2012-2017	Muestra: 60 probetas cilíndricas y 15 probetas prismáticas.
¿Cuál es la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023?	Determinar la influencia del uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio, en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023	El uso de cenizas de bagazo de caña y polvo de vidrio si influye en la resistencia a la tracción del concreto estructural, Lima 2023			Resistencia a la Flexión	NTP 339.078:2022	Recolección de datos: se utilizarán los formatos de laboratorio

Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Datos

Para la obtención de datos de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto se utilizó la prensa hidráulica Forney F-250B-FL-220, con certificado de calibración LFP-C-115-2022, y para la obtención de la resistencia a la flexión se utilizó la prensa hidráulica UTEST UTC-4722.FPR con certificado de calibración TC-02503-2023, los cuales se muestran a continuación.

INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración

LFP - C - 115 - 2022

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 4

Expediente	1048030	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).</p> <p><i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).</i></p>
Solicitante	GEOFAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
Dirección	AV. RÍO MARAÑÓN 763 A.V. PEREGRINOS DEL SEÑOR	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kN a 1 112 kN (*)	
Resolución	0,01 kN	
Marca	FORNEY	
Modelo	F-250B-FL-220	
Número de Serie	18012	
Procedencia	NO INDICA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2022-09-02	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - C – 115 – 2022

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
Av. Río Marañón 763 A. V. Peregrinos del Señor, Los Olivos - Lima

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4°C	20,0°C

Patrones de referencia

Trazabilidad metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrón de referencia del Centro Nacional de Metrología de México (CENAM)	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	CNM-CC-720-363/2021 DE :2021-08-25

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
(*) La máquina de ensayo se calibró en el intervalo de indicaciones de 50 kN a 500 kN .

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - C – 115 – 2022

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de Fuerza de la Máquina de 2 etapas		Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1 ^{ra} Escala Acceso	2 ^{da} Escala Acceso	3 ^{ra} Escala Acceso	3 ^{ra} Escala Desceso	4 ^{ta} Escala Acceso y Desceso		
(N)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
4	50,00	49,16	48,83	47,95	-----	-----	48,65	1,35
9	100,00	99,25	97,96	96,73	-----	-----	97,98	2,02
13	150,00	149,69	147,53	146,53	-----	-----	147,91	2,09
18	200,00	200,03	197,28	194,84	-----	-----	197,38	2,62
22	250,00	248,43	245,29	241,59	-----	-----	245,11	4,89
27	300,00	296,77	293,24	290,77	-----	-----	293,59	6,41
31	350,00	344,93	340,68	338,24	-----	-----	341,29	8,71
36	400,00	393,33	388,89	382,77	-----	-----	388,33	11,67
40	450,00	441,43	436,94	430,60	-----	-----	436,33	13,67
45	500,00	489,83	484,26	477,65	-----	-----	483,91	16,09

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal		Errores de medición relativos a cero (trazo) en %					Incertidumbre de la medición en (N) (kN)
		Indicación γ	Repetibilidad β	Reproducibilidad ν	Resolución Relativa α	Errores Accesorios	
(N)	(kN)						
4	50,00	2,79	2,58	-----	0,20	-----	1,55
9	100,00	2,07	2,63	-----	0,10	-----	1,52
13	150,00	1,42	2,16	-----	0,07	-----	1,28
18	200,00	1,34	2,67	-----	0,05	-----	1,54
22	250,00	2,01	2,85	-----	0,04	-----	1,65
27	300,00	2,19	2,09	-----	0,03	-----	1,21
31	350,00	2,56	2,01	-----	0,03	-----	1,18
36	400,00	3,02	2,80	-----	0,03	-----	1,63
40	450,00	3,14	2,56	-----	0,02	-----	1,49
45	500,00	3,34	2,60	-----	0,02	-----	1,51
Error relativo de cero f_0		0,04					

Clase de la escala de la máquina	Tolerancia permitida % Según la Norma ISO 7500-1				
	Indicación γ	Repetibilidad β	Reproducibilidad ν	Resolución Relativa α	Cero f_0
0,5	$\pm 0,5$	0,5	$\pm 0,75$	0,25	$\pm 0,05$
1	$\pm 1,0$	1,0	$\pm 1,5$	0,5	$\pm 0,1$
2	$\pm 2,0$	2,0	$\pm 3,0$	1,0	$\pm 0,2$
3	$\pm 3,0$	3,0	$\pm 4,5$	1,5	$\pm 0,3$

kN = kilonewton

La estimación de la incertidumbre fue realizada según el anexo C de la ISO 7500-1.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - C – 115 – 2022

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

LABORATORIO DE FUERZA Y PRESIÓN - LFP

Diversos servicios del Laboratorio de Fuerza y Presión cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures BIPM ingresando a este enlace

[http://www.bipm.org/lexalead_kcdb/lexa_kcdb.jsp?](http://www.bipm.org/lexalead_kcdb/lexa_kcdb.jsp?_c=+12388644022181527139&_C=eJyLz2FzWQIL8j8HZ2cYp3LChzUvJrHBmiM8vKMNmZytmMIQzg1MTi5lzQAKJBQwGDP)

[_c=+12388644022181527139&_C=eJyLz2FzWQIL8j8HZ2cYp3LChzUvJrHBmiM8vKMNmZytmMIQzg1MTi5lzQAKJBQwGDP](http://www.bipm.org/lexalead_kcdb/lexa_kcdb.jsp?_c=+12388644022181527139&_C=eJyLz2FzWQIL8j8HZ2cYp3LChzUvJrHBmiM8vKMNmZytmMIQzg1MTi5lzQAKJBQwGDP)

[E5uSB2A7gsZChILSplIM*ILHFrzchMDJgAAAuGRu6&_p=AppC](http://www.bipm.org/lexalead_kcdb/lexa_kcdb.jsp?_c=+12388644022181527139&_C=eJyLz2FzWQIL8j8HZ2cYp3LChzUvJrHBmiM8vKMNmZytmMIQzg1MTi5lzQAKJBQwGDP)

Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB www.inacal.gob.pe



Certificado de Calibración TC - 02503 - 2023

Proforma : 17896A Fecha de emisión: 2023-02-09 Página : 1 de 2

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumto de medición : **PRENSA HIDRÁULICA**
 Marca : UTEST
 Modelo : UTC-4722.FPR
 N° de Serie : 19/002539
 Alcance de indicación : 2000 kN
 Resolución : 0,1 kN
 Procedencia : TURQUÍA
 Identificación : No Indica
 Ubicación : Laboratorio
 Fecha de Calibración : 2023-02-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 (Maquinas de ensayo de tracción/Compresión). Calibración y Verificación del sistema de medida de fuerza.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,1 °C	26 °C
Humedad Relativa	50,1 %HR	51,1 %HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 02503 - 2023

Página : 2 de 2

Trazabilidad

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda 3 MN	LAT 093 9623F
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-064-2022 Mayo 2022

Resultados de calibración

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN		ERROR		INCERTIDUMBRE	
%	kN	%	kN	%	kN	%	kN
0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,6	52,5	2,5	49,72	0,14	2,78	0,04	0,72
5,2	103,9	5,0	100,13	0,19	3,77	0,04	0,75
10,0	200,6	9,9	197,41	0,16	3,19	0,04	0,79
15,1	301,6	15,1	301,16	0,02	0,44	0,04	0,80
20,5	410,2	20,6	411,49	0,06	-1,29	0,04	0,83
25,1	502,3	25,3	505,83	0,18	-3,53	0,05	0,95
30,0	600,9	30,3	606,15	0,26	-5,25	0,06	1,20
34,6	691,2	34,9	698,63	0,37	-7,43	0,07	1,42
39,6	792,6	40,1	801,30	0,44	-8,70	0,09	1,82
44,5	889,1	44,9	897,41	0,42	-8,31	0,10	1,93
100,5	2009,2	100,0	2000,21	0,45	8,99	0,14	2,74

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Incertidumbre expandida U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 4. Análisis químico de la ceniza de bagazo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO LABICER
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME DE ENSAYO N° 0387 – 23 – LABICER

1. **DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1 NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : HENRY NATHANIEL ALARCÓN MORENO
 - 1.2 D.N.I / R.U.C. : 40534672
 - 1.3 DIRECCIÓN : --
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 11 / 04 / 2023
 - 2.2 FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 12 / 04 / 2023
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 14 / 04 / 2023
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. **DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1 TIPO DE MUESTRA : BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
 - 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
 - 4.3 DESCRIPCIÓN : TESIS: INFLUENCIA DE USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023.
 - 4.4 OBSERVACIONES (SI APLICA) : --
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 23.1°C; Humedad relativa: 51%

7. RESULTADOS

7.1. ANÁLISIS DE CENIZA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Cenizas	39.15	%	Gravimetría (Calcinación a 650°C)

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Calcio, Ca	41.175	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Potasio, K	19.068	%	
Silicio, Si	14.784	%	
Magnesio, Mg	11.544	%	
Fósforo, P	4.977	%	
Aluminio, Al	4.555	%	
Azufre, S	2.191	%	
Hierro, Fe	1.485	%	
Manganeso, Mn	0.112	%	
Zinc, Zn	0.062	%	
Cobre, Cu	0.047	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.



7.3 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS DE LAS CENIZAS DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de potasio, K ₂ O	39.399	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de calcio, CaO	21.628	%	
Óxido de magnesio, MgO	15.868	%	
Óxido de silicio, SiO ₂	10.161	%	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	6.070	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	5.401	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	1.183	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.182	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.077	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.017	%	
Óxido de cobre, CuO	0.013	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.


⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.


Bach. Natalia Quispe G.
Analista
LABICER –UNI




M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.3 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y SUS CENIZAS.



FIGURA N°2. CALCINACIÓN DE LA MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA MUFLA (DAIHAN SCIENTIFIC) A 650°C.



FIGURA N°3. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA (SHIMADZU, EDX-800HS).



Anexo 5. Datos de Resistencia a la compresión



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO N°772-23 CO01

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO
DIRECCIÓN ** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA
PROYECTO ** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023
UBICACIÓN ** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

CÓDIGO : F-LEM-P-CO-01.01
N° OT : 288-23
F. EMISIÓN : 29-03-23

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : MUESTRA CONTROL					FECHA DE RECEPCIÓN : 29-03-23				
F'c : 280 kg/cm ²									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1744-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.2	7887.0	170.48	21.6	220.4	2
1745-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.2	7677.6	191.08	24.3	247.3	5
1746-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.3	7904.3	173.16	21.9	223.4	5
Promedio							22.6	230.4	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8*ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal SAC.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:


IRMA COAQUIRA LAYME
Ingeniero Civil CIP 121204
Laboratorio Geofal S.A.C.



Página 1 de 1

Versión : 03 (17-06-2021)

Fin del Documento

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°745-23 CO01

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN **	: DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 281-23
PROYECTO **	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 29-03-23
UBICACIÓN **	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 9P/0C + 9%DE POLVO DE VIDRIO						FECHA DE RECEPCIÓN : 29-03-23			
F'c : 280 kg/cm2									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1690-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.4	7910.6	160.29	20.3	206.6	4
1691-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.4	7920.1	166.20	21.0	214.0	4
1692-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.3	7898.0	164.67	20.8	212.6	4
Promedio							20.7	211.1	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal SAC.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:


IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°744-23 CO01

CLIENTE :	HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO :	F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN ** :	DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT :	201-23
PROYECTO ** :	INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN :	29-03-23
UBICACIÓN ** :	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA :	9P/3C = 9% DE POLVO DE VIDRIO + 3% DE CENIZA DE VAGAZO					FECHA DE RECEPCIÓN : 29-03-23			
F'c :	280 kg/cm2								
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm2)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm2)	Tipo Falla
1687-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.2	7879.1	171.62	21.8	222.1	4
1688-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.2	7887.0	167.22	21.2	216.2	4
1689-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.2	7882.3	166.19	21.1	215.0	4
Promedio							21.4	217.8	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal SAC.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:


IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°676-23 CO01

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN **	: DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 276-23
PROYECTO **	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 29-03-23
UBICACIÓN **	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 8P/6C + 9% DE POLVO DE VIDRIO + 6% DE CENIZA DE VAGAZO					FECHA DE RECEPCIÓN : 28-03-23				
F'c : 280 kg/cm ²									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1634-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.3	7894.9	108.18	13.7	136.7	4
1635-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.6	7916.9	118.12	14.9	152.1	4
1636-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.4	7983.3	112.71	14.1	144.0	4
Promedio							14.2	145.3	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones: _____


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°677-23 CO01

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN **	: DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 276-23
PROYECTO **	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 29-03-23
UBICACIÓN **	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 8P/9C = 9% DE POLVO DE VIDRIO + 9% DE CENIZA DE VAGAZO						FECHA DE RECEPCIÓN : 28-03-23			
F'c : 280 kg/cm ²									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1637-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.3	7894.9	57.23	7.2	73.9	2
1638-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.6	7951.7	73.56	9.3	94.3	2
1639-CO-23	22-03-23	7	29-03-23	100.4	7910.6	49.90	6.3	64.3	4
Promedio							7.6	77.5	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones: _____


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°772-23 CO01

CLIENTE :	HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO :	F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN ** :	DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT :	288-23
PROYECTO ** :	INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN :	05-04-23
UBICACIÓN ** :	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : MUESTRA CONTROL						FECHA DE RECEPCIÓN : 05-04-23			
F'c : 280 kg/cm2									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1744-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.1	7867.7	200.07	25.4	259.0	5
1745-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.3	7901.2	203.80	25.8	263.1	5
1746-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7885.4	197.92	25.1	255.9	5
Promedio							25.4	259.3	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones: _____


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°805-23 CO01

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON NORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN **	: DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 207-23
PROYECTO **	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 09-04-23
UBICACIÓN **	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 8P/0C = 8%DE POLVO DE VIDRIO						FECHA DE RECEPCIÓN : 04-04-23			
F'c : 280 kg/cm2									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1827-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7887.0	200.49	25.4	259.2	2
1828-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7880.7	189.27	24.0	244.9	3
1829-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7888.6	194.11	24.6	250.9	2
Promedio							24.7	251.7	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8*ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°804-23 CO01

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON NORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN	** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 207-23
PROYECTO	** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 09-04-23
UBICACIÓN	** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS										
NORMA NTP 339.034										
DATOS DE LA MUESTRA										
ESTRUCTURA : 9P/3C = 9% DE POLVO DE VIDRIO + 3% DE CENIZA DE BAGAZO								FECHA DE RECEPCIÓN : 04-04-23		
F'c : 280 kg/cm ²										
RESULTADOS										
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla	
1824-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.4	7913.8	205.68	26.0	265.0	2	
1825-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7890.2	202.13	25.6	261.2	5	
1826-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7879.1	205.36	26.1	265.8	5	
Promedio							25.9	264.0		

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8*ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:

Página 1 de 1
 Versión : 03 (17-05-2021)


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



Fin del Documento

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°802-23 CO01

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO : **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN ** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA : **N° OT** : 297-23
PROYECTO ** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS : **F. EMISIÓN** : 05-04-23
 PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023
UBICACIÓN ** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 8P/8C = 8% DE POLVO DE VIDRIO + 6% DE CENIZA DE BAGAZO							FECHA DE RECEPCIÓN : 05-04-23		
F'c : 280 kg/cm ²									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1822-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.1	7876.0	151.73	19.3	196.4	6
1823-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.3	7905.9	152.31	19.3	196.5	2
Promedio							19.3	196.5	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mbutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:

.....


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.


Página 1 de 1

Versión : 03 (17-05-2021)

Fin del Documento

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°803-23 CO01

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON NORENO : **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA : **N° OT** : 297-23
PROYECTO : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023 : **F. EMISIÓN** : 05-04-23
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA					FECHA DE RECEPCIÓN : 05-04-23				
ESTRUCTURA	9%PC + 9%DE POLVO DE VIDRIO + 9% DE CENIZA DE VAGAZO								
F'c	: 260 kg/cm2								
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1822-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7877.6	90.62	11.5	117.6	3
1823-CO-23	22-03-23	14	05-04-23	100.2	7887.0	95.95	12.2	124.1	3
Promedio							11.8	120.8	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones: _____


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°873-23 CO01

CLIENTE :	HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO :	F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN ** :	DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT :	314-23
PROYECTO ** :	INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN :	20-04-23
UBICACIÓN ** :	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : MUESTRA CONTROL						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23			
F'c : 280 kg/cm2									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1951-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.2	8043.6	231.69	28.8	293.7	2.
1952-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.3	8053.1	229.82	28.5	290.6	3
1953-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.0	8016.6	226.41	28.3	288.6	2.
Promedio:							28.5	290.1	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8°ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:

Página 1 de 1
 Versión : 03 (17-05-2021)


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



Fin del Documento

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°877-23 CO01

CLIENTE :	HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO :	F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN ** :	DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT :	314-23
PROYECTO ** :	INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN :	20-04-23
UBICACIÓN ** :	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS										
NORMA NTP 339.034										
DATOS DE LA MUESTRA										
ESTRUCTURA : 9%OC = 9%DE POLVO DE VIDRIO						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23				
F'c : 280 kg/cm ²										
RESULTADOS										
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla	
1961-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.1	8023.0	223.97	27.9	284.7	2	
1962-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.2	8037.3	226.27	28.2	287.1	2	
1963-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.1	8019.8	231.23	28.8	294.0	2	
Promedio							28.3	286.6		

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal SAC.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



Página 1 de 1
Versión : 03 (17-05-2021)

Fin del Documento

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°876-23 CO01

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN ** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA **N° OT** : 314-23
PROYECTO ** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS **F. EMISIÓN** : 20-04-23
 PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL LIMA 2023
UBICACIÓN ** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 9P/3C + 9% DE POLVO DE VIDRIO + 3% DE CENIZA DE VAGAZO					FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23				
F'c : 280 kg/cm ²									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1958-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.1	8030.9	232.17	28.9	294.8	2
1959-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.1	8029.3	248.74	31.0	315.9	2
1960-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	100.9	7999.2	243.63	30.5	310.6	2
Promedio							30.1	307.1	

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal SAC.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:

Página 1 de 1
Versión : 03 (17-05-2021)


IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



Fin del Documento

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°875-23 CO01

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN	** : DISTRITO DE LOS OLIVOS. DEPT LIMA	N° OT	: 314-23
PROYECTO	** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 20-04-23
UBICACIÓN	** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 8P/6C + 8% DE POLVO DE VIDRIO + 6% DE CENIZA DE VAGAZO					FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23				
F'c : 280 kg/cm ²									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1956-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.2	8046.8	245.86	30.8	311.6	3
1957-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101.1	8032.5	247.37	30.8	314.0	2
Promedio							30.7	312.8	

Nota:

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Forney, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



Fin del Documento

Página 1 de 1

Versión : 03 (17-05-2021)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°874-23 CO01

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA **N° OT** : 314-23
PROYECTO** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS **F. EMISIÓN** : 20-04-23
 PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023
UBICACIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS										
NORMA NTP 339.034										
DATOS DE LA MUESTRA										
ESTRUCTURA : 9P/9C = 9% DE POLVO DE VIDRIO + 9% DE CENIZA DE VAGAZO						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23				
F'c : 280 kg/cm ²										
RESULTADOS										
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla	
1954-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101,1	8024,5	168,97	21,1	214,7	2	
1955-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	101,5	8094,6	167,67	20,7	211,2	2	
Promedio							20,9	213,0		

Nota :

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal SAC.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.


Fin del Documento

Página 1 de 1

Versión : 03 (17-05-2021)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°878-23 CO01

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-01.01
DIRECCIÓN** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA **N° OT** : 314-23
PROYECTO** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL LIMA 2023 **F. EMISIÓN** : 20-04-23
UBICACIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS									
NORMA NTP 339.034									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA : 0P/0C + 9%DE CENIZA DE VAGAZO					FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23				
F'c : 280 kg/cm2									
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro (mm)	Área sección (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia Compresión (Mpa)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Tipo Falla
1964-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	100.6	7954.8	231.10	29.1	296.2	6
1965-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	100.6	7966.5	237.21	29.7	302.9	2
Promedio							29.4	299.6	

Nota:

- La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
- Prensa de concreto automática, marca Fomey, modelo F-250B-FL-220
- Vernier digital, marca Mitutoyo, modelo CD-8"ASX
- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.

Observaciones:


 IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



Fin del Documento

Página 1 de 1

Versión : 03 (17-05-2021)

LEMICONS	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	<i>NTP 339.034 / ASTM C 39</i>	Fecha: 2020-06-03 Código: LEM-LAB-F-10

N° DE INFORME LEM2304RP02

SOLICITANTE: **HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO**

OBRA: **INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023**

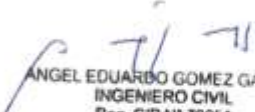
UBICACIÓN: **LIMA**

FECHA: **20 de Abril de 2023**

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO - $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm ²)	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
9% de polvo de vidrio 4.5% de ceniza de bagazo 4.5% de sulfato de calcio (M-01)	LEM2304RP02/01	2023-03-23	2023-04-20	28	2	80.91	151.37	15435	190.8	68.1
9% de polvo de vidrio 4.5% de ceniza de bagazo 4.5% de sulfato de calcio (M-02)	LEM2304RP02/02	2023-03-23	2023-04-20	28	2	80.91	149.86	15281	188.9	67.5

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.


ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 79951



DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FRACTURA

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien formado
Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del Tipo 1
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embotado
Tipo 6: Semilar al Tipo 5 pero el terminal del cilindro es acorchado

Anexo 6. Datos de Resistencia a la tracción



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO N°006-23 CO11

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-11.02
DIRECCIÓN ** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA **N° OT** : 314-23
PROYECTO ** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023 **F. EMISIÓN** : 20-04-23
UBICACIÓN ** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO, POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILÍNDRICA								
NORMA NTP 339.084								
DATOS DE LA MUESTRA								
ESTRUCTURA : MUESTRA CONTROL						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23		
F'c : 280 kg/cm ²								
RESULTADOS								
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Tipo Fractura
1986-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	202.3	101.3	64.600	2.02	Normal

Descripción de la muestra:

Tipo de espécimen
 Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante del ensayo
 Defectos del espécimen

Cilindro 4 in x 8 in
2%
Ninguno

Nota:

- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Observaciones:

Página 1 de 1
 Versión: 01 (09-01-2023)


IRMA COAQUIRA LAYME
 Ingeniero Civil CIP 121204
 Laboratorio Geofal S.A.C.



Fin del Documento

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°001-23 CO11

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-11.02
DIRECCIÓN **	: DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 314-23
PROYECTO **	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 20-04-23
UBICACIÓN **	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO, POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILÍNDRICA NORMA NTP 339.084									
DATOS DE LA MUESTRA									
ESTRUCTURA			MUUESTRA CONTROL			FECHA DE RECEPCIÓN			19-04-23
F'c			280 kg/cm2						
RESULTADOS									
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Tipo Fractura	
# _i REF1	# _i REF1	# _i REF1	# _i REF1	203.2	100.2	63,270	2.00	Normal	
# _j REF1	# _j REF1	# _j REF1	# _j REF1	203.4	100.9	67,380	2.10	Normal	
Promedio							2.05		

Descripción de la muestra:

Tipo de espécimen
 Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante del ensayo
 Defectos del espécimen

Cilindro 4 in x 8 in
2%
Ninguno

Nota:

- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°005-23 CO11

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-11.02
DIRECCIÓN ** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA **N° OT** : 314-23
PROYECTO ** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO **F. EMISIÓN** : 20-04-23
 EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023
UBICACIÓN ** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO, POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILÍNDRICA								
NORMA NTP 339.084								
DATOS DE LA MUESTRA								
ESTRUCTURA : 9P10C = 9%DE POLVO DE VIDRIO						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23		
F'c : 280 kg/cm ²								
RESULTADOS								
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Tipo Fractura
1976-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	204.1	101.3	84,950	2.00	Normal
1977-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	203.1	101.7	66,510	2.05	Normal
1978-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	202.4	101.5	67,120	2.08	Hendimiento
Promedio							2.04	

Descripción de la muestra:

Tipo de espécimen
 Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante del ensayo
 Defectos del espécimen

Cilindro 4 in x 8 in
3%
Ninguno

Nota:

- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°004-23 CO11

CLIENTE : HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO **CÓDIGO** : F-LEM-P-CO-11.02
DIRECCIÓN ** : DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA **N° OT** : 314-23
PROYECTO ** : INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO **F. EMISIÓN** : 20-04-23
 EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023
UBICACIÓN ** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO, POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILÍNDRICA								
NORMA NTP 339.084								
DATOS DE LA MUESTRA								
ESTRUCTURA : 9P/3C = 9% DE POLVO DE VIDRIO + 3% DE CENIZA DE VAGAZO						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23		
F'c : 280 kg/cm ²								
RESULTADOS								
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Días	Fecha Rotura	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Tipo Fractura
1973-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	202.9	101.0	74,090	2.30	Normal
1974-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	203.2	101.3	68,550	2.12	Normal
1975-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	202.8	101.5	72,750	2.25	Normal
Promedio							2.22	

Descripción de la muestra:

Tipo de espécimen
 Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante del ensayo
 Defectos del espécimen

Cilindro 4 in x 8 in
2%
Ninguno

Nota:

- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°003-23 CO11

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-11.02
DIRECCIÓN **	: DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 314-23
PROYECTO **	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 20-04-23
UBICACIÓN **	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO, POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILÍNDRICA								
NORMA NTP 339.084								
DATOS DE LA MUESTRA								
ESTRUCTURA : SP16C = 9% DE POLVO DE VIDRIO + 6% DE CENIZA DE VAGAZO						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23		
F'c : 280 kg/cm ²								
RESULTADOS								
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Tipo Fractura
1971-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	203.4	101.2	73,070	2.26	Normal
1972-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	202.7	101.5	74,330	2.30	Normal
Promedio							2.27	

Descripción de la muestra:

Tipo de espécimen
Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante del ensayo
Defectos del espécimen

Cilindro 4 in x 8 in
2%
Ninguno

Nota:

- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°002-23 CO11

CLIENTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO	CÓDIGO	: F-LEM-P-CO-11.02
DIRECCIÓN	: DISTRITO DE LOS OLIVOS, DEPT LIMA	N° OT	: 314-23
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023	F. EMISIÓN	: 20-04-23
UBICACIÓN	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		

**Datos proporcionados por el cliente

RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO, POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILÍNDRICA								
NORMA NTP 339.084								
DATOS DE LA MUESTRA								
ESTRUCTURA : 9P/9C = 9% DE POLVO DE VIDRIO + 9% DE CENIZA DE VAGAZO						FECHA DE RECEPCIÓN : 19-04-23		
F'c : 280 kg/cm ²								
RESULTADOS								
Código Muestra	Fecha Moldeo	Edad Dias	Fecha Rotura	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Tipo Fractura
1969-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	205.6	101.7	71,600	2.18	Normal
1970-CO-23	22-03-23	28	19-04-23	202.4	101.4	67,700	2.10	Normal
Promedio							2.14	

Descripción de la muestra:

Tipo de espécimen
 Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante del ensayo
 Defectos del espécimen

Cilindro 4 in x 8 in
2%
Ninguno

Nota:

- Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre la muestra proporcionada por el cliente.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de Geofal S.A.C.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Geofal S.A.C.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Observaciones:

Anexo 7. Datos de Resistencia a la flexión



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A MITAD DEL CLARO)		Confite	FOR-LAB-006-884.01						
			Revisión	2						
			Aprobado	CC-MTL						
		Fecha	17/12/2023							
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NTP 339.079										
REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO									
COLABORANTE	: HENRY NATHANIEL ALARCON MORENO									
TEMA	: INFLUENCIA DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VERTIJO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2023									
LOCALIZACIÓN	: LOS OLIVOS - LIMA	Fecha de emisión:	18/04/2023							
A) INFORMACIÓN GENERAL:										
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 280 (M3/M3)										
DESCRIPCIÓN: ENSAYO A FLEXIÓN 28 DIAS										
B) DATA DE ENSAYO:										
No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Identificación	PATRON (1)	PATRON (2)	PATRON (3)	IPUPV (1)	IPUPV (2)	IPUPV (3)	IPUPV 28/28 (1)	IPUPV 28/28 (2)	IPUPV 28/28 (3)	
Fecha de Recepción	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023	20/09/2023
Fecha de Prueba	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023
Edad (Días)	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Altura "h" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
Ancho "b" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0
Carga Máxima (kg-f)	1723.0	1562.5	1652.0	1570.5	1774.5	1807.5	1886.0	1489.0	1803.6	
Módulo de Ruptura (kg-f/cm ²)	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio
Módulo de Ruptura (kg-f/cm ²)	34.47	31.25	33.04	31.41	35.49	32.13	33.90	29.78	36.07	
	32.88			33.82			33.26			
FORMULAS		$M_f = \frac{3PL}{2bh^2}$								
<p>Preparación de probetas de ensayo</p>					<p>Módulo Prueba del ensayo</p>					
OBSERVACIONES:										
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.										
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto autotendido, el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm ² .										
Elaborado por:			Revisado por:				Aprobado por:			
			MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741				MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD			
Jefe de Laboratorio			Ingeniero de Suelos y Pavimentos				Control de Calidad MTL GEOTECNIA			

LABORATORIO DE ENVAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A MITAD DEL CLARO)	Código	FOR-LAB-CON-884.01
		Revisión	2
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NTP 335.079		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	17/03/21

REFERENCIA: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE: HENRY NATHANIEL ALARCÓN MORENO
TEMA: INFLUENCIA DEL LÍQUIDO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y POLVO DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2020
LOCALIZACIÓN: LOS OLIVOS - LIMA
Fecha de emisión: 16/04/2021

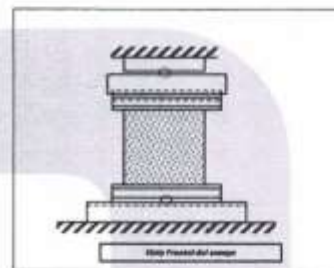
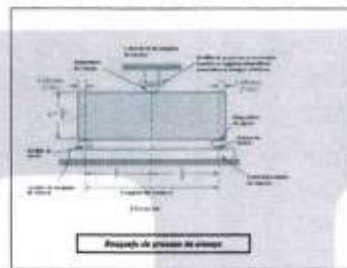
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 280 KG/CM³
DESCRIPCIÓN: ENSAYO A FLEXIÓN 28 DÍAS

B) DATA DE ENSAYO:

Nº. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Identificación	95PV 95C0 (1)	95PV 95C0 (2)	95PV 95C0 (3)	95PV 95C0 (4)	95PV 95C0 (5)	95PV 95C0 (6)				
Fecha de Vencido	20/03/2021	20/03/2021	20/03/2021	20/03/2021	20/03/2021	20/03/2021				
Fecha de Realiza	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021				
Edad (Días)	28	28	28	28	28	28				
Alcance "L" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0				
Ancho "b" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0				
Distancia entre soportes "T" (mm)	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0				
Carga Máxima (kg-f)	1925.0	1949.0	2002.0	1886.5	1774.5	1730.0				
Punto de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio				
Módulo de Ruptura (kg-f/cm ²)	35.00	35.56	41.04	37.73	35.49	34.40				
	35.77			35.94						

FORMULAS $M_x = \frac{3PL}{2b^2}$



OBSERVACIONES:
* Probadas la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó según método de control de calidad, el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo8. Diseño de mezcla

Tabla 19. Análisis granulométrico del agregado fino ASTM C33

Tamiz		Peso retenido acumulado		Acumulado que pasa (%)
N°	Abertura (mm)	(gr)	(%)	
3/8"	9.5	0	0	100
N°4	4.75	87	4.23	95.77
N°8	2.36	333	16.19	83.81
N°16	1.18	1004	48.81	51.19
N°30	0.6	1497	72.78	27.22
N°50	0.3	1892	91.98	8.02
N°100	0.15	2010	97.72	2.28
Fondo		2057	100	0

Fuente: elaboración propia.

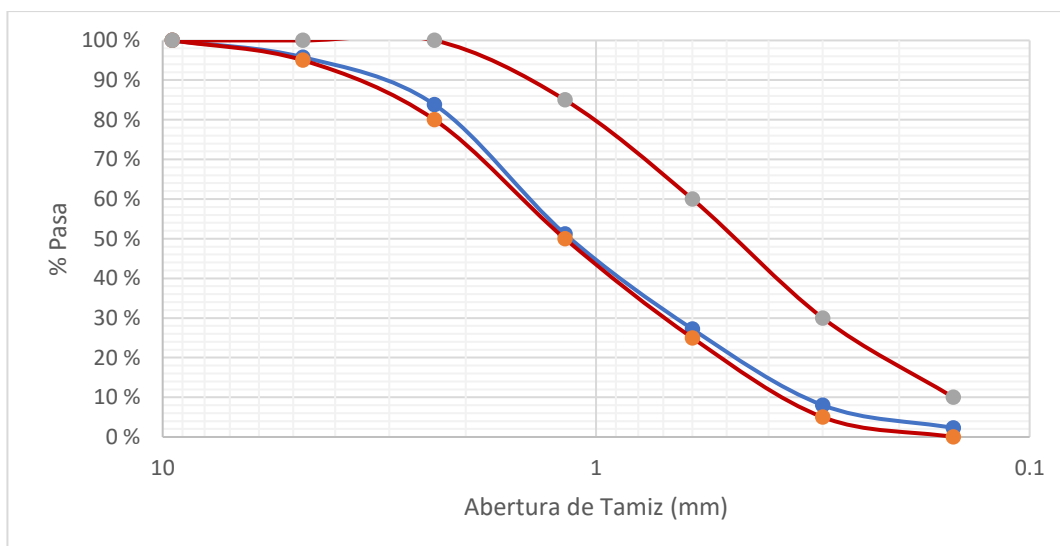


Figura 21. Curva Granulométrica del A. Fino, elaboración propia.

Tabla 20. Contenido de humedad del agregado fino ASTM C566

Descripción	Valor	
	1	2
Masa del recipiente (gr)	13.61	13.63
Masa del recipiente + muestra húmeda (gr)	45.58	45.61
Masa del recipiente + muestra seca (gr)	44.79	44.84
Contenido de humedad (%)	2.53	2.47
Promedio contenido de humedad (%)	2.50	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21. Peso específico y absorción del agregado fino ASTM C128

Descripción	Muestras		Prom.
	1	2	
Peso del material saturado superficie seca (SSS)	498.0	495.0	
Masa fiola + agua	681.7	681.7	
Masa fiola + agua + muestra SSS	969.0	967.0	
Volumen de masa + volumen de vacíos (bruto)	314.7	306.7	
Peso de material seco en el horno	475.0	472	
Volumen de masa (neto)	291.7	283.7	
Peso específico (base seca)	2254	2251	2253
Peso específico (base saturada)	2364	2361	2363
Peso específico aparente (base seca)	2531	2528	2530
Absorción (%)	4.8	4.8	4.8

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Peso unitario suelto del agregado fino ASTM C29

Descripción	Muestras		Prom.
	1	2	
Peso de molde (Kg)	4.352	4.352	
Volumen de molde (m3)	3.003	3.003	
Peso de molde + muestra suelta (Kg)	8.896	8.901	
Peso de la muestra suelta (Kg)	4.544	4.459	
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1513	1515	1514

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Peso unitario compactado del agregado fino ASTM C29

Descripción	Muestras		Prom.
	1	2	
Peso de molde (Kg)	4.352	4.352	
Volumen de molde (m3)	3.003	3.003	
Peso de molde + muestra suelta (Kg)	9.594	9.957	
Peso de la muestra suelta (Kg)	5.242	5.245	
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1745	1747	1746

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Análisis granulométrico del agregado grueso ASTM C33

Tamiz		Peso retenido acumulado		Acumulado que pasa (%)
N°	Abertura (mm)	(gr)	(%)	
1 1/2"	37.5			100
1"	25	37	1.86	98.14
3/4"	19	748	37.52	62.48
1/2"	12.5	1686	84.56	15.44
3/8"	9.5	1911	95.84	4.16
N°4	4.75	1994	100	0

Fuente: elaboración propia.

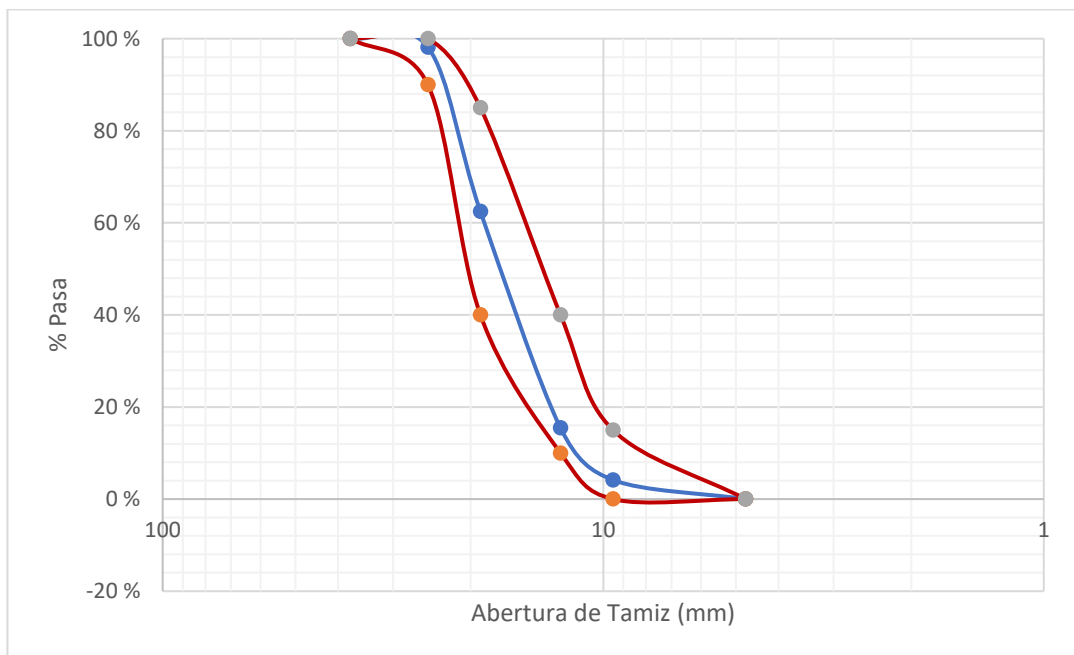


Figura 22. Curva Granulométrica del A. Grueso, elaboración propia.

Tabla 25. Contenido de humedad del agregado grueso ASTM C566

Descripción	Valor	
	1	2
Masa del recipiente (gr)	13.62	13.63
Masa del recipiente + muestra húmeda (gr)	58.57	58.86
Masa del recipiente + muestra seca (gr)	57.83	58.09
Contenido de humedad (%)	1.67	1.73
Promedio contenido de humedad (%)	1.70	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Peso específico y absorción del agregado grueso ASTM C128

Descripción	Muestras		Prom.
	1	2	
Peso del material saturado superficie seca (SSS)	497	499	
Masa fiola + agua	1439	1442	
Masa fiola + agua + muestra SSS	1739	1741	
Volumen de masa + volumen de vacíos (bruto)	197	200	
Peso de material seco en el horno	483	487	
Volumen de masa (neto)	183	188	
Peso específico (base seca)	2.9	2.5	2.7
Peso específico (base saturada)	2452	2435	2444
Peso específico aparente (base seca)	2523	2495	2509
Absorción (%)	2639	2590	2615

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. Peso unitario suelto del agregado grueso ASTM C29

Descripción	Muestras		Prom.
	1	2	
Peso de molde (Kg)	4.358	4.352	
Volumen de molde (m3)	3.004	3.003	
Peso de molde + muestra suelta (Kg)	8.261	8.264	
Peso de la muestra suelta (Kg)	3.890	3.891	
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1295	1295	1295

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. Peso unitario compactado del agregado grueso ASTM C29

Descripción	Muestras		Prom.
	1	2	
Peso de molde (Kg)	4.358	4.352	
Volumen de molde (m3)	3.004	3.003	
Peso de molde + muestra suelta (Kg)	8.960	8.259	
Peso de la muestra suelta (Kg)	4.350	4.360	
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1448	1452	1450

Fuente: elaboración propia.

Anexo 9. Validez

Evaluación de expertos

Proyecto de investigación: Influencia del uso de ceniza de bagazo de caña y polvo de vidrio en las propiedades del concreto estructural, Lima 2023.

Magister / Licenciado(a) experto:

Ing. Carlos E. Castillo Porras

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para su revisión y sugerencias:

Criterios	Observaciones
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	SI
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	SI
3. ¿Los instrumentos de la recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	SI
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables del estudio?	SI
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiados?	SI
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	SI
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos es coherente?	SI
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	No
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	No
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	SI
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	SI

Sugerencias:

Atentamente

Castillo
CARLOS ENRIQUE CASTILLO PORRAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 75307

Firma y sello

DNI 10113011

Informe de Validación de Instrumentos

I. Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: Castillo Porras Carlos Enrique
 Institución donde labora: GMC Proyectos y Construcciones SAC
 Instrumento de validación: Certificados de calibración y medición de los equipos de laboratorio
 Autor del instrumento: Alarcón Moreno, Henry

II. Aspectos de validación

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

Críterios	Indicadores	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instituciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
Actualidad	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido.					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido.				X	
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
Puntaje total						48

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. Opinión de aplicabilidad

La investigación es una alternativa novedosa para la construcción ecológica

Lima 8 de abril del 2023

Castillo
 CARLOS ENRIQUE CASTILLO PORRAS
 INGENERO CIVIL
 Reg. CIP N° 75300
 DAI 1013811

Informe de validación de instrumentos

I. Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: Angel Gomez Garcia
 Institución donde labora: LEMICONS
 Instrumento de validación: Equipos de análisis
 Autor del instrumento: Alarcón Moreno, Henry

II. Aspectos de validación

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

Criterios	Indicadores	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instituciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido.					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido.					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
Puntaje total					5	0

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. Opinión de aplicabilidad

ES aplicable


 ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 79951

Lima 11 de abril del 2023

Informe de Validación de Instrumentos

I. Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: García Guzmán, Gilder
 Institución donde labora: MTL Geotecnia SAC
 Instrumento de validación: Certificados de calibración y medición de los equipos de laboratorio
 Autor del instrumento: Alarcón Moreno, Henry

II. Aspectos de validación

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

Criterios	Indicadores	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instituciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido.				X	
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					Y
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					Y
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de la variable polvo de vidrio y ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas del concreto endurecido.					Y
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					Y
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					Y
Puntaje total						48

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. Opinión de aplicabilidad

Es aplicable

MTL GEOTECNIA S


 Gilder García Guzmán
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 289741

Lima 12 de abril del 2023.

Anexo 10. Panel Fotográfico



Figura 23. Materiales utilizados para el trabajo de investigación.



Figura 24. Elaboración de la ceniza de bagazo de caña.



Figura 25. Elaboración del polvo de vidrio.



Figura 26. Elaboración de las muestras.

Anexo 11. Mapa de Causa - Efecto

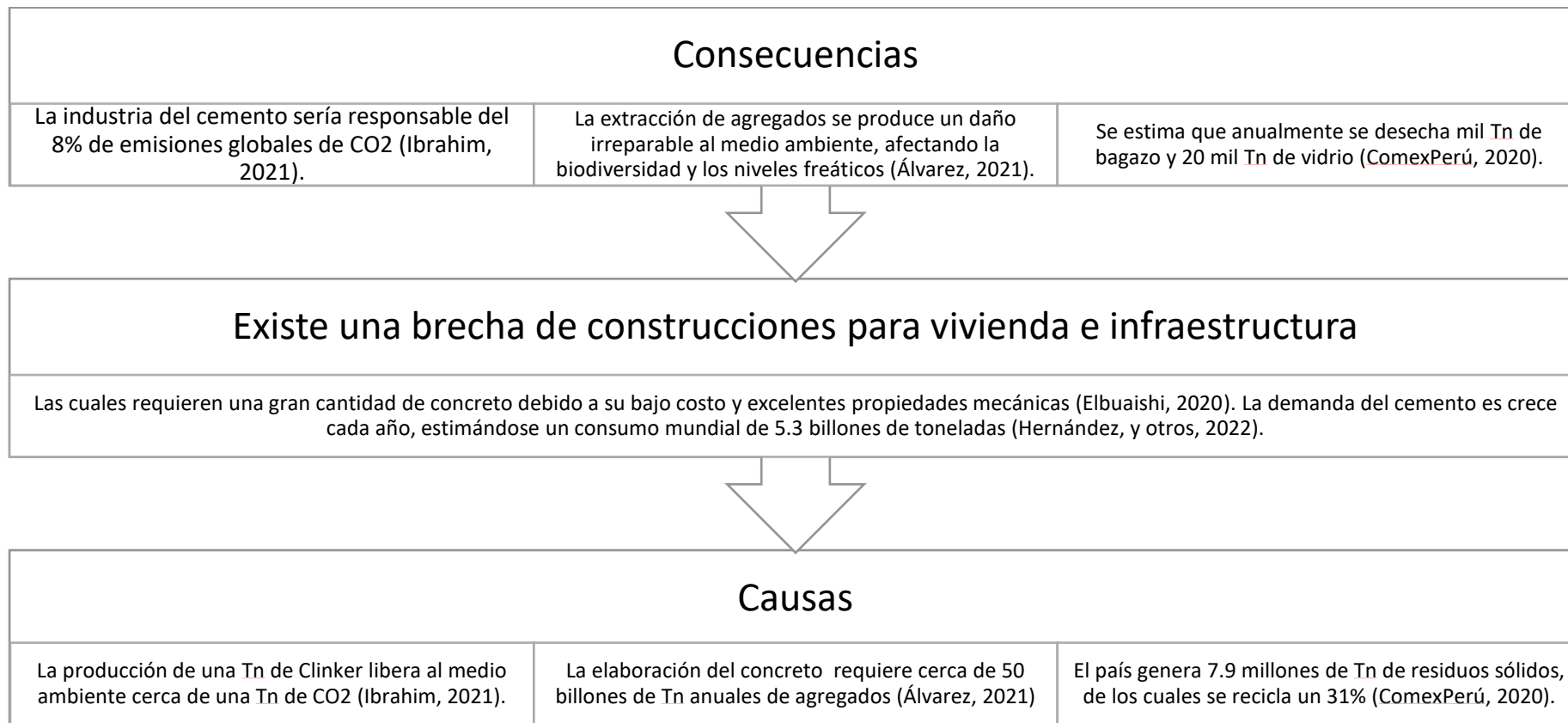


Figura 27. Árbol de problemas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del uso de ceniza de bagazo de caña y polvo de vidrio en las propiedades del concreto estructural, Lima 2023", cuyo autor es ALARCON MORENO HENRY NATHANIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 10 de Abril del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANTA HONORES JORGE LUIS DNI: 10743048 ORCID: 0000-0002-9232-1359	Firmado electrónicamente por: JCANTAHO el 10-04- 2023 17:59:37

Código documento Trilce: TRI - 0541093