



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis físico y mecánico del concreto $f'c=210$ Kg/cm²)
adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Barreda Arevalo, Eduard Hernan (orcid.org/0000-0002-0136-440X)

ASESOR:

Dr. Fernández Diaz, Carlos Mario (orcid.org/0000-0001-6774-8839)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria:

Dedico este trabajo a mis familiares, quienes en cada momento estuvieron apoyándome; al docente y a la universidad por la oportunidad para seguir mi camino profesional.

Agradecimiento:

Deseo brindarle el agradecimiento a todos los que de alguna manera u otra fueron partícipes de este trabajo. A la universidad César Vallejo, mi casa de estudios, por dotarme de los conocimientos y herramientas que me permitirán alcanzar mayores logros profesionales. Quiero agradecer de forma especial al Dr. Carlos Fernández Díaz, ya que, gracias a su guía y comprensión he podido culminar con éxito el desarrollo de este trabajo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO, 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: "Análisis físico y mecánico del concreto $f_c=210$ Kg/cm²) adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023", cuyo autor es BARREDA AREVALO EDUARD HERNAN, 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, 12 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO DNI: 09026248 ORCID: 0000-0001-6774-8839	Firmado electrónicamente por: CMFERNANDEZD el 21-12-2023 15:21:05

Código documento Trilce: TRI - 0694560





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, BARREDA AREVALO EDUARD HERNAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis físico y mecánico del concreto $f_c=210$ Kg/cm²) adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
EDUARD HERNAN BARREDA AREVALO DNI: 10244397 ORCID: 0000-0002-0136-440X	Firmado electrónicamente por: BARAREDU el 13-12-2023 15:42:46

Código documento Trilce: INV - 1519426

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	43

Índice de figuras

Figura 1. Granulometría del agregado fino	19
Figura 2. Granulometría del agregado grueso	20
Figura 3. Densidad del concreto	26
Figura 4. Contenido de aire del concreto	27
Figura 5. Ensayo de consistencia del concreto.....	28
Figura 6. Resistencia a la flexión	29

Índice de tablas

Tabla 1. Muestras para ensayo de densidad del concreto (NTP 339.046).....	13
Tabla 2. Número de muestras para ensayo de resistencia a la compresión	13
Tabla 3. Distribución de muestras para ensayo de resistencia a flexión	14
Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado fino	18
Tabla 5. Análisis granulométrico del agregado grueso	19
Tabla 6. Densidad de masa suelta del agregado fino	20
Tabla 7. Densidad de masa compactada del agregado fino	21
Tabla 8. Densidad de masa suelta del agregado grueso	21
Tabla 9. Densidad de masa compactada del agregado grueso	22
Tabla 10. Peso específico y absorción del agregado fino	22
Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado grueso.....	23
Tabla 12. Contenido de humedad del agregado fino	23
Tabla 13. Contenido de humedad del agregado grueso	24
Tabla 14. Peso específico y absorción del caucho reciclado	24
Tabla 15. Densidad del caucho reciclado	25
Tabla 16. Peso específico y absorción de las cenizas de bolaina	25
Tabla 17. Densidad de la ceniza de bolaina	26
Tabla 18. Resistencia a la compresión	28

Resumen

La actual industria genera en gran escala muchos desechos que con la adecuada disposición pueden ser reutilizados. El caucho reciclado proveniente de las llantas en desuso; así como, la ceniza de bolaina, que es un material residual de la industria de extracción maderera, ambos pueden ser utilizados como agregados para mejorar las características de un diseño de concreto. Este estudio tiene como objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionado con caucho reciclado y cenizas de bolaina en Lima. Esta investigación de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo sigue un diseño experimental correlacional, consideró una población de concretos de diseño $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con adición de caucho reciclado y cenizas de bolaina; de estos, se considera como muestra 36 especímenes cilíndricos y 12 vigas prismáticas con adición de 0%, 2,5%, 5% y 7,5% de caucho reciclado y ceniza de bolaina. Los resultados determinan una mejora en la resistencia a la compresión del 8,21%; en la resistencia a la flexión, de 37,16% y de 49,08% sobre la resistencia a la tracción. Se concluye que añadir caucho reciclado y ceniza de madera mejora las propiedades físicas y químicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Palabras clave: Concreto, caucho reciclado, ceniza de bolaina, resistencia flexión, resistencia a compresión

Abstract

The current industry generates a lot of waste on a large scale that, with proper disposal, can be reused. Recycled rubber from disused tires; As well as, bolaina ash, which is a residual material from the logging industry, both can be used as aggregates to improve the characteristics of a concrete design. This study aims to analyze the physical and mechanical properties of concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ added with recycled rubber and pellet ash in Lima. This applied research with a quantitative approach follows a correlational experimental design, considering a population of design concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ with the addition of recycled rubber and pellet ash; Of these, 36 cylindrical specimens and 12 prismatic beams with the addition of 0%, 2.5%, 5% and 7.5% of recycled rubber and bolaina ash are considered as samples. The results determine an improvement in compression resistance of 8.21%; in the flexural strength, 37.16% and 49.08% in the tensile strength. It is concluded that adding recycled rubber and wood ash improves the physical and chemical properties of concrete $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Keywords: Concrete, recycled rubber, bolaina ash, flexural strength, compression strength

I. INTRODUCCIÓN

El concreto es tal vez el elemento de construcción más empleado del mundo, su uso se encuentra en las edificaciones que cotidianamente observamos; tales como, colegios, hospitales, comisarias, edificios, centros comerciales, entre otros. En general, se elabora a partir de la mezcla de diversos materiales, básicamente cemento, agregados y agua (McCormac y Brown, 2017). Entre los agregados comúnmente se emplean arenas, gravas o piedras, estos elementos son recursos no renovables, que para su extracción se requiere de energía y en algunos casos de la alteración del medio ambiente del lugar de su extracción.

A nivel mundial, la infraestructura es fundamental para el crecimiento y dinamismo de la economía de cualquier país, en consecuencia, el uso de materiales como el concreto, cobra vital importancia, así como su desarrollo (Ceballos, 2016). A nivel del continente americano, se han realizado estudios para mejorar las cualidades del concreto; además, de emplear en su fabricación elementos que comúnmente son desechados (Jaimes, García y Rondón, 2020). En nuestro país, de la misma forma se han presentado diversas propuestas para el uso de recursos de desecho como reemplazo o aditivo en la fabricación del concreto.

La realidad en Latinoamérica nos ofrece un panorama de economías emergentes y pujantes, en donde la industrialización juega un rol importante. Con la llegada de la tecnología, de la mano llegó la necesidad de más recursos naturales. Siendo el concreto primordial en la mayoría de construcciones. Asimismo, en el sector industrial, la creciente necesidad de recursos que se emplean de forma directa e indirecta, entre los cuales se puede mencionar al caucho, materia prima de los neumáticos, que son esenciales en la industria del transporte y la comercialización, a pesar de la difícil disposición de sus residuos una vez terminado el ciclo de uso de los productos derivados de este material. Por otro lado, en este sector del continente contamos con una gran reserva maderera, debido a la gran extensión de la amazonia, que en muchas ocasiones no aprovecha la totalidad del recurso, limitándose a la incineración de sus residuos. Es decir, que en el continente contamos con abundantes recursos que pueden ser reciclado en otras actividades.

Nuestro país, es un rico productor de maderas, entre ellas, la bolaina que es un excelente representante de la diversidad de nuestra tierra; entre las principales características que esta tiene, se encuentra la rapidez con la cual crece y, por ende, esto implica la reducción de costos en su producción. La producción de caucho en el mundo ha ido en aumento proporcionalmente al crecimiento de la población y sus necesidades; entre los principales usuarios se encuentra la industria de manufactura de automóviles, que lo consume para equipar a sus vehículos de llantas; que en muchas ocasiones al término de su vida útil no son recicladas de la forma adecuada, convirtiéndose en uno de las causas de contaminación más importante. En el Perú, la situación es similar, incluso más perjudicial para el medio ambiente, debido a la ineficiente gestión de los residuos sólidos. En ese sentido, existen muchas iniciativas por incentivar el reciclaje del caucho, y considerando los lineamientos generales de investigación propongo el empleo del caucho reciclado como aditivo en la fabricación de concreto.

Para este caso, se determina como problema general de investigación, ¿Cómo influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ la adición de caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023? De la misma forma, se enuncian como problemas específicos, ¿Cuánto varían las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?, ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?, ¿Cuánto varía la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?, ¿Cuánto varía la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?

Según los criterios indicados por Hernández y Mendoza (2018), esta investigación se justifica por conveniencia, ya que posibilitará conseguir datos sobre el concreto y su diseño adicionando material proveniente del reciclaje de elementos que son desecho de otras industrias que podrían incrementar las propiedades mecánicas y físicas del concreto y, a la vez reducir los costos de los materiales de fabricación; tiene justificación por relevancia social, porque el empleo de materiales provenientes del reciclaje permitirán a la sociedad darle un uso a los desechos

generados por otras industrias que de otra manera podrían representar un peligro para la salud pública y el cuidado ambiental; asimismo, tiene justificación por valor teórico, ya que esta investigación permitirá ampliar los conocimientos teóricos sobre las tecnologías emergentes en el concreto y las posibles variaciones en cuanto a diseño empleando materiales reciclados; de la misma forma, tiene justificación por implicaciones prácticas, porque permitirá encontrar el mejor diseño de concreto con materiales reciclados de caucho y cenizas que podrá obtener responder a un problema de la sociedad.

Esta investigación determina como objetivo general, analizar las propiedades mecánicas y físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina. Se ha considerado como objetivos específicos determinar las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023; calcular la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023; calcular la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023; calcular la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.

Como hipótesis general se formula que, mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina. De la misma forma, se enuncian las hipótesis específicas; mejoran las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023; mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023; mejora la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023; mejora la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes presentamos los trabajos realizados por el trabajo de Wu, Kazmi, Munir, Zhou y Xing (2020) cuyo objetivo fue analizar el comportamiento del concreto premezclado con astillas de caucho, el cual aplicó ensayos para comparar la mezcla de diseño con la unidad patrón. En los ensayos se obtuvo como resultados que la sustitución con el 20% de astillas de caucho obtienen un aumento de 35% y 29% en la resistencia y el módulo elástico, respectivamente; en comparación con una muestra sin la adición. Concluyeron que la adición de cauchos es factible y se puede utilizar en la industria de tal manera que se convierta la industria en sostenible y respetuosa del medio ambiente.

En el trabajo de Yasser, Kohaily Moustafa (2022) se plantea analizar las propiedades de durabilidad y mecánicas del concreto con agregados de caucho obtenido de forma local. Para los ensayos se emplearon mezclas de diseño de 0%, 10%, 15%, y 20% del volumen para reemplazarlo con caucho granulado. Como pruebas de ensayo se consideraron resistencia a la compresión, absorción de agua, densidad, penetración rápida del cloruro. Tuvo como conclusión que la resistencia a la compresión disminuía gradualmente mientras se incrementa la proporción de caucho, a partir del 10%.

En el artículo presentado por Assaggaf, Al-Dulaijan, Maslehuddin y Al-Almoudi (2022) cuyo objetivo fue analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto agregado con gránulos de caucho reciclado tratado. Para los ensayos se seleccionó gránulos de caucho reciclados y otro grupo fue tratado con hidróxido de sodio y manganeso de potasio, en las mezclas de diseño se emplearon proporciones de 2%, 4%, 8%, 16% y 40%. Los resultados determinan que la absorción del agua disminuyó y este valor aumentó a medida que la proporción de caucho reciclado aumentaba. Además, que la resistencia a la compresión aumento un 8% con caucho tratado con hidróxido de sodio respecto a la mezcla que uso caucho sin tratar; además, los datos indican que el tratamiento del caucho con cemento aumenta un 40% la resistencia contra el ataque ácido respecto a una muestra sin tratamiento. Se concluyó que el uso de materiales reciclados, tales como el caucho, ayuda a hacer circular la economía.

Kanan y Natarajan (2022) presentaron un artículo donde describen un estudio cuyo objetivo fue analizar las propiedades químicas y mecánicas del concreto adicionado con cenizas de madera y polvo de sílice. Se plantearon como pruebas los ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, entre otros, empleando un diseño de mezcla de 10, 20 y 30% para la madera y, 6, 7 y 8 % para el humo de sílice. En los resultados, se evidenció que la combinación con 10% de ceniza de madera y 6% de sílice, logra un mayor contenido de calcio y una mayor resistencia a la compresión por un valor del 41,8%.

En el artículo presentado por Meko e Ighalo (2021) cuyo objetivo fue analizar las propiedades físico-mecánicas de un concreto que cemento con sustituye cenizas de aserrín. Para los ensayos se emplearon muestras frescas y secas utilizando mezclas de diseño con 0, 5, 10, 15 y 20%. Los resultados indican que la trabajabilidad y la resistencia a la compresión disminuyó a medida que se agregó más ceniza de aserrín a partir del 5%, asimismo, aumentó el tiempo de fraguado a medida que aumentó la proporción de la sustitución. Además, se observa que el mejor resultado se obtuvo considerando un reemplazo de 5% con cenizas de aserrín. Por otro lado, se pudo cuantificar un ahorro de 2,1% de material virgen cuando se emplea cenizas de aserrín como sustituto de cemento.

El artículo presentado por He et al (2019) tenía el objetivo de examinar las propiedades físico-mecánicas y térmicas del concreto mezclado con caucho reciclado en polvo y fibra de madera. Los resultados determinaron que la adición de fibras de madera, y caucho reciclado en polvo mejoraron las cualidades térmicas, físicas y mecánicas; obteniendo que existe una mejora de entre 0,4% a 1% cuando el diseño de la mezcla incluye un 10% de polvo de goma; mientras que, la adición con 0,4% de fibra de madera obtiene un aumento en la resistencia a la compresión.

En el artículo presentado por Li y Zhang (2019) cuyo objetivo fue analizar el potencial del caucho reciclado como aditivo para el concreto. En los ensayos se propone mezclas de diseño incorporando 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Sus resultados determinaron que la resistencia a la compresión decae a partir de agregar una proporción superior a 10%, alcanzando una mejora del 2% para esta propiedad, en la combinación con 5% en bolitas de caucho reciclado; además, la resistencia a la

flexión aumenta entre 7 a 10% para las mezclas con 10% a 20% de caucho reciclado.

En la tesis presentada por López (2022) que proyecto como objetivo estudiar la resistencia a la tracción y compresión del concreto incorporando caucho en polvo. Para los ensayos se consideraron dosificaciones con 0; 5; 7 y 9% de caucho en polvo quemado empleando muestras con 28 días de periodo de curado. Se consiguió como resultado para la muestra patrón un valor de 20,96; 22,61 y 23,53 Kg/cm² para la resistencia a la tracción en la muestra patrón a 7; 14 y 28 días respectivamente; mientras que en el diseño que considera un 5% de ceniza de madera, se alcanza, 22,98; 23,87 y 25,49 kg/cm² para 7, 14 y 28 días, hasta alcanzar los 24,03; 24,14 y 25,94 kg/cm² para la muestra con añadido de 9% de caucho en polvo. Termina concluyendo que el añadido de caucho en polvo quemado, mejora la resistencia a la tracción de un concreto $f'c=210$ Kg/cm².

Bases teóricas

Respecto a las teorías vinculadas a la presente investigación. Martinez et al (2022) mencionan que existe una búsqueda de materiales alternativos al cemento, que es una de las mayores causas de polución; entre ellos, se tiene mayor consideración por materiales de reciclaje, tal como la ceniza de madera que es un residuo de diversos tipos de actividades económicas. En ese sentido, Zhuge, Duan y Liu (2022) proponen que el uso de ceniza de madera beneficia la producción de un concreto más eco amigable con el medio ambiente, considerando que la ceniza es usualmente un residuo de otro tipo de actividad económicas, la disposición de este recurso constituye una alternativa más acorde al cuidado ambiental. En resumen, existen fundamentos que sustenten el uso de la ceniza de madera, tales como la bolaina, en el concreto como material de construcción.

Además, Zhang (2022) indica que la incorporación de bolitas de caucho recicladas puede mejorar la durabilidad y trabajabilidad del concreto, características necesarias en todo proceso de producción de concreto. Del mismo modo, Valente y Sibai (2018) proponen que el uso de polvo de neumático triturado puede lograr mejorar la resistencia a la compresión; mientras que, reduce su densidad y elasticidad. No obstante, Sheraz (2021) manifiesta que el uso de caucho reciclado

de neumáticos en desuso, disminuye ligeramente las propiedades de resistencia; aunque otorga otras propiedades como flexibilidad, elasticidad, entre otras; por ello, se puede utilizar en concreto de baja resistencia. En ese sentido, se observa que el uso de caucho reciclado proveniente de neumáticos puede emplearse para mejorar las propiedades de un concreto, logrando un estilo de construcción más amigable con la naturaleza, empleando un material como el caucho cuya eliminación representa una gran dificultad para la sociedad, que tiene un impacto muy negativo sobre el medio ambiente.

Así pues, He et al (2019) proponen que el caucho en polvo y la fibra de madera se pueden emplear para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, reduciendo los impactos ambientales, logrando que el concreto obtenga resistencias mayores, incluyendo un mejor aislamiento térmico. Entonces, hay evidencia de que el uso de materiales provenientes del caucho reciclado y cenizas de madera pueden influir positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto, con el beneficio adicional, de reutilizar recursos que permiten un estilo de construcción más amigable con el planeta.

Marco conceptual

Sobre la variable independiente se puede considerar que, el estudio de Valente y Sibai (2019) en el cual se revisaron las últimas tendencias en el uso de caucho reciclado (CR) en el concreto. Refiere que su uso para la producción de concreto tiene como principal ventaja que se incrementa la resistencia a la compresión para proporciones menores a 30%, y proporciona un método más amigable con el ambiente a la eliminación de residuos productos de las llantas de caucho. Asimismo, menciona que se puede mezclar con otros materiales. Para tener un mayor conocimiento es preciso mencionar la definición de concreto y los materiales que lo conforman, tales como, el agregado fino, grueso, cemento y agua; los cuales deben de ser mezclados uniformemente y tener una proporción que garantice una resistencia mínima a la compresión según lo indica la norma E.060. Diversos estudios presentados demuestran la eficiencia del uso de materiales alternativos a los agregados tradicionales, que aplicados según la norma técnica peruana no reducen las propiedades del concreto; esto se convierte en una solución económica y asequible, logrando construcciones sostenibles. En el Perú, el concreto se

destaca como el principal elemento en el sector construcción, lo que motiva un gran uso de recursos naturales y en medio de la creación de una conciencia ambiental, se hace interesante el estudio del uso de recursos reciclados para obtener un concreto con mejores características (Walhoff, 2017).

El caucho es uno de los elementos más comunes en las sociedades rurales, aunque al llegar a la finalización de su vida útil, su posterior gestión y manipulación se hace complicado, por lo que, una estrategia para su reciclaje es su posterior transformación en bolitas (Pérez y Arrieta, 2017). En ese sentido también se pronuncia Granados (2017) que indica que el caucho reciclado puede emplearse para uso en pavimentos o como sustituto en la producción de hormigón y concreto; de esta manera, se estaría evitando la contaminación ambiental. También, Flores (2022) señala que el uso de este tipo de materiales permite reducir las vibraciones en obras de construcciones civil. Sobre la Bolaina, es un árbol de predominante carácter maderero, perteneciente a la familia Guazuma, es de crecimiento rápido y muy fácil cultivo a diferencia de otras especies. Este árbol crece en zonas de abundante lluvias y elevada temperatura, es ideal para su explotación en nuestra selva amazónica. De alta demanda, luego de los desastres dejado por el terremoto en Pisco, se extrae de forma artesanal por la mayoría de sus productores debido a su propia forma de cultivo; lo que ocasiona que en muchas ocasiones queden residuos de sus tallos y raíces, los cuales son incinerados sobre el mismo suelo junto a las ramas que no serán comercializadas por su pequeño diámetro y escaso valor económico. Teniendo en cuenta estas acciones, estos residuos se convierten en un recurso de fácil acceso y bajo costo, útil para otras actividades tales como estabilización de suelos, agregado fino u otro que se desee.

Sobre la variable dependiente. Las propiedades físicas del concreto son aquellas características que tiene éste cuando se encuentra en su estado fresco previa solidificación, entre ellas podemos mencionar la densidad, trabajabilidad y contenido de aire. Sobre las propiedades mecánicas, son consideradas aquellas resistencias que presenta el concreto en su estado sólido; además, estas no se pueden determinar en su estado fresco, incluso en ocasiones se determinan en distintos periodos de curado (Abanto, 2013). En el artículo presentado por Valente y Sibai (2019) se mencionan entre las principales propiedades mecánicas para

analizar las resistencias mecánicas, el módulo de elasticidad y absorción de agua. En el estudio se Nocera et al (2022) consideran a al módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión como parte de sus ensayos. Además, Huang et al (2020) analizan la resistencia a la compresión y grado de compactación. Para esta investigación se tiene previsto realizar los ensayos de resistencia mecánica. La determinación de cada una de estas propiedades se encuentra establecida en procedimientos determinados y estandarizados según normas técnicas (Gallegos y Guerrero, 2021).

La resistencia a la compresión, está definida como la razón entre la capacidad de carga y la unidad de área, es considerada como una de las principales características mecánicas del concreto (Osorio, 2023). Según la NTP 339.034 se puede determinar mediante un método que aplica carga de compresión al eje de muestras de forma cilíndrica bajo una velocidad normalizada en una escala preestablecida hasta que aparece la falla. Matemáticamente, este valor se obtiene dividiendo la carga máxima aplicada sobre el área de la sección recta de la muestra. El ensayo que determina su valor se encuentra estandarizado por las normas ATSM C78 y NTP 339.078.

La resistencia a la flexión, considera la resistencia a la compresión como parámetro de referencia, ésta evalúa la capacidad que tiene un material para soportar cargas verticales sobre su eje. Este ensayo utiliza como método al módulo de rotura (Muñoz y Cabrera, 2020). Este ensayo se encuentra normado bajo los métodos ASTM C78 y NTP 339.078.

La resistencia a la tracción del concreto es aquella característica que mide la capacidad máxima de tracción mecánica antes de que se produzca una rotura o fallo (Quevedo, 2018). Para medir esta propiedad se pueden emplear los métodos de ensayo de tracción directa o tracción por hendimiento.

Trabajabilidad, que se puede llamar revenimiento, es la propiedad física del concreto en su estado fresco, que determina la facilidad con la cual este puede ser trabajado, colocado, mezclado transportado, considerando una mínima pérdida de homogeneidad. Esta propiedad es fácilmente determinada. El método más

empleado, por su sencillez y rapidez, es el ensayo de asentamiento con cono de Abrams.

La densidad es teóricamente aquella propiedad física que mide el cociente entre la masa y el volumen del concreto. Esta característica depende de la disposición de los agregados. Para medirla se realizan ensayos que se encuentran estandarizados bajo la norma ASTM C138 y NTP 339.046.

El contenido de humedad es una medida que establece una relación porcentual de la cantidad de agua que se encuentra en el concreto, sea en su estado líquido o gaseoso (vapor agua). Es usualmente presentado como un porcentaje relativo a la masa.

La absorción es una de las propiedades con mayor impacto sobre el concreto; ya que, dependiendo de este indicador, se puede establecer el volumen de agua requerida en la mezcla, para mantener una trabajabilidad adecuada.

El peso unitario (PU) y el peso específico (PE) son magnitud que permiten medir la razón entre la masa de un material en estado seco entre el espacio que ocupa, considerando los vacíos propios de su forma y características. Según el procedimiento que se emplee para calcularlos, podemos tener PU suelto o PU compactado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Nos menciona Carrasco (2015) que las investigaciones del tipo aplicadas, son aquellas que se caracterizan por tener intenciones prácticas e inmediatas, normalmente aceptadas, cuyo fin es la transformación y modificación con el objetivo de buscar nuevas teorías, valiéndose de la teoría científica.

Esta investigación pertenece al tipo aplicada, ya que se basó en las teorías existentes sobre el diseño del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas, específicamente analizando la densidad, resistencia a la tracción, compresión y flexión, sobre un concreto añadido con caucho reciclado y cenizas de bolaina.

Enfoque de investigación

Una investigación con enfoque cuantitativo es aquella que registra la información en forma de datos numéricos, con la finalidad de aplicar técnicas y procedimientos estadísticos para analizar distintos diseños (Carrasco, 2015). Esta investigación por lo tanto corresponde al enfoque cuantitativo, por tanto, se basa en obtener información numérica tales como los coeficientes de resistencia, que luego serán tratados con distintas técnicas estadísticas para su análisis.

Diseño de investigación

El presente estudio presenta un diseño experimental. Porque según indica Carrasco (2015) es aquel que implica la experimentación sobre la variable independiente, manipulándola para analizar su incidencia sobre la variable dependiente. Para este caso, se pretende manipular el diseño de concreto con la adición de caucho reciclado y cenizas de bolaina.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Caucho reciclado y ceniza de madera

El caucho reciclado, es un desecho de la industria por agotamiento o residuo, que se orienta a un nuevo uso o reuso y en algunos casos necesita pasar por un proceso de transformación (Maguiña, 2019).

La ceniza de bolaina es el resto de la combustión de la madera bolaina (Guazuma Crinita), cuya especie está muy difundida en la selva peruana, cuyo principal producto es la madera aserrada (Córdova, Cárdenas y Gonzales).

Variable 2: Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Las propiedades físicas del concreto son aquellas que se pueden analizar en su estado fresco, luego de ser mezclado. Entre estas propiedades se pueden mencionar la trabajabilidad, la densidad, el revenimiento. Cada una de estas se determina mediante un ensayo normalizado y estandarizado en un laboratorio (Gallegos y Guerrero, 2021). Estas características se determinan cuando el concreto se encuentra en estado fresco y generalmente son indicadores de la facilidad de manipulación del concreto.

Las propiedades mecánicas son las características propias de una mezcla de concreto que describen su comportamiento físico y su reacción frente a estímulos, que normalmente provienen de una fuerza (Silva, Silva y De Brito, 2021). Este tipo de cualidades cuando es necesario determinarlas sobre el concreto, se aplican sobre el concreto en estado endurecido.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población es aquella que está integrada por los elementos finitos o infinitos que presentan una característica común, determinados por el objetivo de una investigación (Sampieri, 2017). Para esta investigación, se considera población a todos los diseños de concreto con resistencia de 210 kg/cm^2 , con agregado de caucho reciclado y ceniza de bolaina.

Muestra:

Para realizar las pruebas en el laboratorio, determinando la densidad, se preparan 4 diseños incorporando 0%, 5%, 10% y 15% de caucho reciclado y ceniza de bolaina tal como se visualiza en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de muestras para determinar la densidad (NTP 339.046)

Ensayo	
Probeta Concreto Patrón (0% de agregados reciclados)	
Probeta Concreto Patrón + 5% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	Densidad del concreto (ASTM C138)
Probeta Concreto Patrón + 10% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	
Probeta Concreto Patrón + 15% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se requieren de un total de 36 unidades cilíndricas, para los ensayos de resistencia a compresión en periodos de 7, 14 y 28 días, tal como se detalla en la tabla 2. Estos requerimientos se encuentran establecidos en los requisitos mínimos para realizar ensayos según la NTP.

Tabla 2. Cantidad de muestras para ensayo de resistencia a la compresión.

	Días de curado			Total
	7	14	28	
Probeta Concreto Patrón (0% de agregados reciclados)	3	3	3	9
Probeta Concreto Patrón + 5% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	3	3	3	9
Probeta Concreto Patrón + 10% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	3	3	3	9
Probeta Concreto Patrón + 15% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	3	3	3	9
Subtotal	12	12	12	36

Fuente: Elaboración propia

Además, se requieren 12 unidades de vigas con forma de prisma, que serán destinadas para los ensayos de flexión; estas muestras tendrán una edad de 28 días, como se determina en la tabla 3.

Tabla 3. *Distribución de muestras para ensayo de resistencia a flexión.*

	Cantidad
Probeta Concreto Patrón (0% de agregados reciclados)	3
Probeta Concreto Patrón + 5% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	3
Probeta Concreto Patrón + 10% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	3
Probeta Concreto Patrón + 15% de caucho reciclado y ceniza de bolaina	3
Subtotal	12

Fuente: Elaboración propia

Muestreo:

Menciona Hernández (2021) que el muestreo no probabilístico es aquel que no implica el uso de técnicas estadísticas para la selección de la muestra; además, indica que existen tipos, como el intencional, en el cual un ente o experto es quien determina los criterios a seguir.

Este estudio considerará un muestreo no probabilístico, debido a que las muestra se determinaron siguiendo las pautas indicadas por la norma técnica peruana (NTP) que determina el envío de 3 muestras por diseño de concreto, para su análisis a 7, 14 y 28 días de curado.

Unidad de análisis:

Las muestras participantes para este estudio son cilindros y prismas. Las columnas cilíndricas son utilizadas para el ensayo de resistencia a la compresión; mientras

que, las columnas prismáticas son empleadas para el ensayo de resistencia a la flexión.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Según Valderrama (2019) son aquel conjunto de pasos ordenados que facilitan la tarea de recolectar información relevante sobre las variables objeto de estudio y tiene la finalidad de organizar la información recolectada. En este estudio se propone el empleo de la observación directa como técnica para analizar las propiedades del concreto previo a la exposición a los ensayos de resistencia.

Instrumentos de recolección de datos

Indica Valderrama (2019) que son aquellos materiales o herramientas, que emplea un experto para el proceso de registro y almacenamiento de los datos obtenidos, producto de un procedimiento que analiza alguna variable previamente manipulada bajo control. Esta investigación siguiendo los criterios dictados y normados por la entidad correspondiente, utiliza los instrumentos de prueba descritos en la NTP.

Validez

En lo referido a la validez, Barraza A. y Barraza S. (2018) indican que es el grado en el cual la medición de una variable es fiel y permite obtener una conclusión válida.

3.5. Procedimientos

Como primer paso para la ejecución de la investigación, se tiene planificado obtener los materiales reciclado, para el caso del caucho se extraerá de neumáticos en desuso los cuales serán triturados en bolitas; mientras que la ceniza de Bolaina,

será obtenida de los residuos de la actividad forestal en la selva central. Una vez obtenidos estos recursos se procederá a su selección y pesajes. Como siguiente paso, se tiene previsto realizar las mezclas de diseño, con la adición de 0; 5; 10 y 15% (en partes iguales) de ceniza de bolaina y caucho reciclado contemplando el procedimiento establecido en la norma técnica para la elaboración de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. El paso siguiente, es aquel en donde se examinará la densidad de cada muestra para determinar las características físicas y luego del periodo que indica la norma, se aplicarán ensayos de resistencia de flexión y compresión, tal y como se determina en la norma técnica. Luego, como próximo paso, se tiene programado el tratamiento y procesamiento de los datos obtenidos en los ensayos, considerando cada una de las muestras. En este paso se empleará un software de apoyo que, para este caso, sería conveniente una hoja de cálculo. Finalmente, según los análisis realizados se procederá a confirmar o rechazar la hipótesis planteada.

3.6. Método de análisis de datos

Mencionan Hernández et al (2014) que el investigador, una vez ha obtenido los datos necesarios procederá a analizarlos. En este caso, la información obtenida de los ensayos que se realizaron siguiente estrictamente la norma técnica, serán procesados con una herramienta informática, que es Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

En una investigación cualquier, es imprescindible considerar los aspectos éticos, ya que estos otorgan un grado de veracidad y confianza a la misma; además, demuestra honestidad y veracidad del autor ante la comunidad científica y la sociedad. Esta investigación se ha regido por el código de ética dictados por la Universidad César vallejo alineándose estrictamente a los lineamientos que determina, de esta manera, estamos demostrando total honestidad. En cada ocasión que se haya empleado una idea ajena, ha sido respetada, empleando para ello referencias que se redactan. Además, para garantizar la comprobación sobre el plagio, el presente documento emplea el software Turnitin y de acuerdo a los

límites, que exige la universidad no se podrá superar el 20% de similitud. Además, se emplea en todo el proceso, el rigor científico, garantizando la veracidad y eficacia del proceso de recolección y tratamiento de datos.

IV. RESULTADOS

Granulometría de los agregados

Para identificar las características de los materiales empleados, se realizaron ensayos que determinan dichas propiedades físicas.

Tabla 4. *Granulometría del agregado fino.*

Serie Americana	Reten. (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
3"	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	100.00
1/4"	0.00	0.00	100.00
N° 4	3.30	3.30	96.70
N° 8	14.92	18.22	81.78
N° 16	23.66	41.88	58.12
N° 30	23.55	65.43	34.57
N° 50	21.77	87.20	12.80
N° 100	6.32	93.52	6.48
N° 200	4.74	98.26	1.74
<200	1.74	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4, se muestran la información obtenida de la granulometría del agregado fino, describiéndose como 3% de grava, 95% de arena y 2% de fino. Además, se obtiene 3,10 como módulo de fineza.

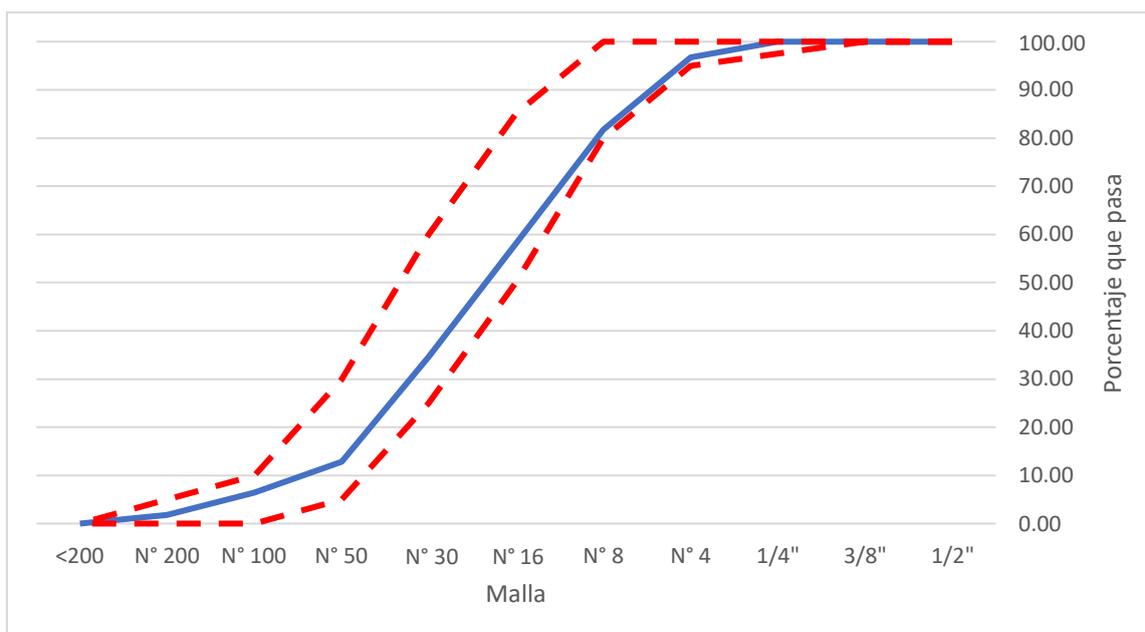


Figura 1. Granulometría del agregado fino.

En la figura 1, se representa gráficamente la información obtenida del análisis granulométrico para el agregado fino, en el cual se observa que los valores cumplen con los requerimientos para ser empleado como agregado para el diseño de concreto realizado.

Tabla 5. Granulometría del agregado grueso.

Serie Americana	Reten. (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
2"	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	100.00
1"	6.99	6.99	93.01
3/4"	33.91	40.90	59.10
1/2"	37.72	78.62	21.38
3/8"	11.94	90.56	9.44
1/4"	9.44	100.00	0.00
N° 4	0.00	100.00	0.00
N° 8	0.00	100.00	0.00
N° 16	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.00	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5, se muestran la información recibida de la granulometría del agregado grueso, describiéndose este material como 100% grava. Además, se determina un tamaño máximo nominal de 1".

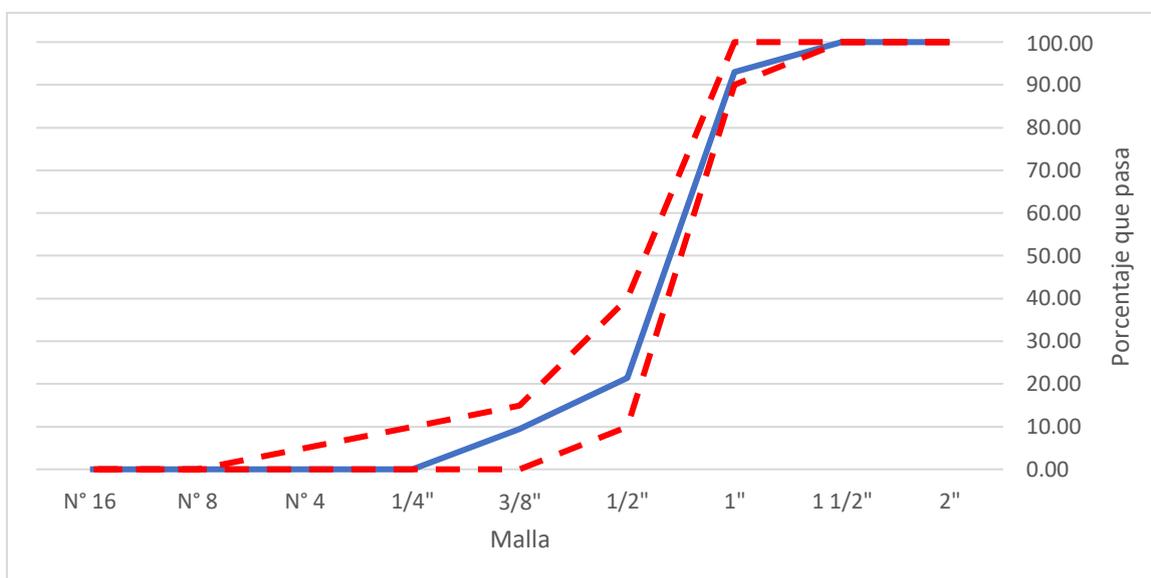


Figura 2. *Granulometría del agregado grueso.*

En la figura 2, se aprecian los resultados de la granulometría del agregado grueso, en el cual se observa que los valores cumplen con los requerimientos para ser empleado como agregado para el diseño de concreto realizado.

Peso unitario de los agregados (P.U.)

Tabla 6. *P. U. S. del agregado fino.*

	M1	M2	M3
Peso molde + material	12,520 Kg	12,523 Kg	12,521 Kg
Peso molde	0,641 Kg	0,641 Kg	0,641 Kg
Peso del material	11,879 Kg	11,882 Kg	11,880 Kg
Volumen	0,0076 m3	0,0076 m3	0,0076 m3
P. U.	1565,13 kg/m3	1565,53 kg/m3	1565,26 kg/m3
P. U. Prom.	1565,31 kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 6, los datos conseguidos del ensayo de P. U. S del agregado fino determinan un valor de 1565,31 kg/cm³.

Tabla 7. P. U. C. del agregado fino.

	M4	M5	M6
Peso molde + material	13,991 Kg	13,951 Kg	14,008 Kg
Peso molde	0,643 Kg	0,643 Kg	0,643 Kg
Peso del material	13,348 Kg	13,308 Kg	13,365 Kg
Volumen	0,0076 m ³	0,0076 m ³	0,0076 m ³
P. U.	1758,68 kg/m ³	1753,41 kg/m ³	1760,92 kg/m ³
P. U. Prom	1757,67 kg/m ³		

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 7, los datos obtenidos del ensayo de P. U. C. del agregado fino determinan un valor de 1757,67 kg/cm³.

Tabla 8. P. U. S del agregado grueso.

	M1	M2	M3
Peso molde + material	11,634 Kg	11,286 Kg	11,598 Kg
Peso molde	0,647 Kg	0,647 Kg	0,647 Kg
Peso del material	10,987 Kg	10,639 Kg	10,951 Kg
Volumen	0,0076 m ³	0,0076 m ³	0,0076 m ³
P. U	1447,61 kg/m ³	1401,76 kg/m ³	142,86 kg/m ³
P. U. Prom.	1430,74 kg/m ³		

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 8, la información recabada del ensayo de P. U. S del agregado grueso determina un valor de 1430,74 kg/cm³.

Tabla 9. P. U. C. del agregado grueso.

	M4	M5	M6
Peso molde + material	12,690 Kg	12,746 Kg	12,621 Kg
Peso molde	0,647 Kg	0,647 Kg	0,647 Kg
Peso del material	12,043 Kg	12,099 Kg	11,974 Kg
Volumen	0,0076 m ³	0,0076 m ³	0,0076 m ³
P. U.	1586,74 kg/m ³	1594,12 kg/m ³	1577,65 kg/m ³
P. U. Prom.	1586,17 kg/m ³		

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 9, datos obtenidos del ensayo de P. U. C del agregado grueso determinan un valor de 1586,17 kg/cm³.

Absorción y peso específico de los agregados (P.E.A)

Tabla 10. P. E. A. del agregado fino

	M1	M2	M3
Peso de la fiola	172,8 g	173,6 g	174,0 g
Peso de la arena S. S.	500 g	500 g	500 g
Peso total (arena + agua + fiola)	996,4 g	997,6 g	997,7g
Peso del agua	323,6 g	324,0 g	323,7 g
Peso de la arena seca	489,6 g	490,3 g	489,6 g
Volumen	500 ml	500 ml	500 ml
P. E.	2,78 g/cm ³	2,79 g/cm ³	2,78 g/cm ³
P. E. Prom.	2,78 g/cm ³		
Absor.	2,12%	1,98%	2,12%
Absor. promedio	2,07%		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10, se observan los datos recabados del ensayo de absorción y P. E. para el agregado fino, en el cual se manifiesta que el peso específico tiene un valor de 2,78 g/cm³; mientras que, la absorción es de 2,07%.

Tabla 11. P.E.A. del agregado grueso.

	M1	M2	M3
Peso de muestra S. S.	2230,92 g	2232,25 g	2230,71 g
Peso total (muestra + recipiente + agua)	1378,95 g	1373,51 g	1378,85 g
Peso de la muestra seca	2220,20 g	2218,07 g	2219,55 g
P. E.	2,61 g/cm ³	2,58 g/cm ³	2,61 g/cm ³
P. E. Prom	2,60 g/cm ³		
Absor.	0,48%	0,64%	0,54%
Absor. promedio	0,54%		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11, se observa la data obtenida del ensayo de P. E. y absorción para el agregado grueso, en el cual se determina que el P. E. tiene un valor de 2,60 g/cm³; mientras que, su absorción es de 0,54%.

Contenido de humedad de los agregados (CH)

Tabla 12. C.H. del agregado fino.

	M1	M2	M3
Peso del S. H + tara	761 g	764 g	759 g
Peso del S. S + tara	748 g	751 g	746 g
Peso de tara	47 g	47 g	47 g
Peso de agua	13 g	13 g	13 g
Peso del S. S.	701 g	704 g	699 g
C. H.	1,85%	1,85%	1,86%
C. H. Promedio	1,85%		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, se presenta la información obtenida del ensayo de C. H. (NTP 339.185) para el agregado fino, en el cual se determina que el C. H. del agregado fino es de 1,85%.

Tabla 13. C. H: del agregado grueso.

	M1	M2	M3
Peso del S. H: + tara	609 g	609 g	604 g
Peso del S. S. + tara	600 g	600 g	601 g
Peso de tara	48 g	48 g	48 g
Peso de agua	9 g	9 g	3 g
Peso del S. S:	552 g	552 g	553 g
C. H.	1,63%	1,63%	0,54%
C. H. Promedio	1,27%		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13, se muestra la información obtenida del ensayo de C. H. (NTP 339.185) para el agregado grueso, en el cual se determina que el C. H. es de 1,27%.

Prop. físicas de los agregados reciclados.

Tabla 14. P. E.A. del CR

	M1	M2	M3
Peso del recipiente	549 g	549 g	550 g
Peso del CR SS	507 g	507 g	507 g
Peso total (CR + fiola + agua)	1139 g	1073 g	1088 g
Peso del agua	83 g	17 g	31 g
Peso del CR S.	500 g	500 g	500 g
Volumen	380 ml	380 ml	380 ml
P. E.	1,68 g/cm ³	1,38 g/cm ³	1,43 g/cm ³
P. E. Prom.	1,50 g/cm ³		
Absor.	1,40%	1,40%	1,40%
Absor. promedio	1,40%		

Fuente: Elaboración propia.

De los datos mostrados en la tabla 14, se puede determinar que el peso específico del caucho reciclado es 1,50 g/cm³, que es un valor menor en comparación con los

agregados tradicionales; mientras que, su absorción es de 1,40%, este valor es un intermedio entre lo obtenido para el agregado fino y grueso.

Tabla 15. Dens. del CR

	M1	M2	M3
Peso del recipiente	50 g	49 g	51 g
Peso del recipiente + CR	262 g	262 g	259 g
Peso del CR	212 g	213 g	208 g
Volumen	402,12 ml	402,12 ml	402,12 ml
Dens. del CR	0,53 g/cm ³	0,52 g/cm ³	0,53 g/cm ³
Dens. Promedio	0,53 g/cm ³		

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 15, se determina que la densidad promedio del caucho reciclado es de 0,53 g/cm³.

Tabla 16. P. E. A. de las CB

	M1	M2	M3
Peso de la ceniza S.S.S. + Recipiente + agua	665 g	666 g	667 g
Peso de la ceniza S.S.S. + Recipiente	234 g	234 g	238 g
Peso del agua	431 g	432 g	429 g
Peso de la CB S. + recipiente	244 g	244 g	243 g
Peso del recipiente	136,4 g	136,3 g	136,7 g
Peso de la CB S.	107,6 g	107,7 g	106,3 g
Volumen	498,9 ml	498,9 ml	498,9 ml
P. E.	1,58 g/cm ³	1,61 g/cm ³	1,62 g/cm ³
P. E. Prom.	1,57 g/cm ³		
Absor.	3,64%	3,63%	3,69%
Absor. Promedio	3,65%		

Fuente: Elaboración propia.

De los datos mostrados en la tabla 16, se puede determinar que el P. E. de la ceniza de bolaina es 1,57 g/cm³, que es un valor menor en comparación con los agregados tradicionales; mientras que, su absorción es de 3,65%, este valor es superior al de los agregados tradicionales.

Tabla 17. Dens. de la CB

	M1	M2	M3
Peso del recipiente	41 g	42 g	41 g
Peso del recipiente + CR	282 g	286 g	277 g
Peso del CR	241 g	244 g	236 g
Volumen	402,12 ml	402,12 ml	402,12 ml
Dens. del CR	0,60 g/cm ³	0,61 g/cm ³	0,59 g/cm ³
Dens. Promedio	0,60 g/cm ³		

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 17, se determina que la densidad promedio del caucho reciclado es de 0,60 g/cm³.

Objetivo específico 1: Determinar las prop. Físicas del concreto $f'_c = 210$ Kg/cm² adicionando CR y CB

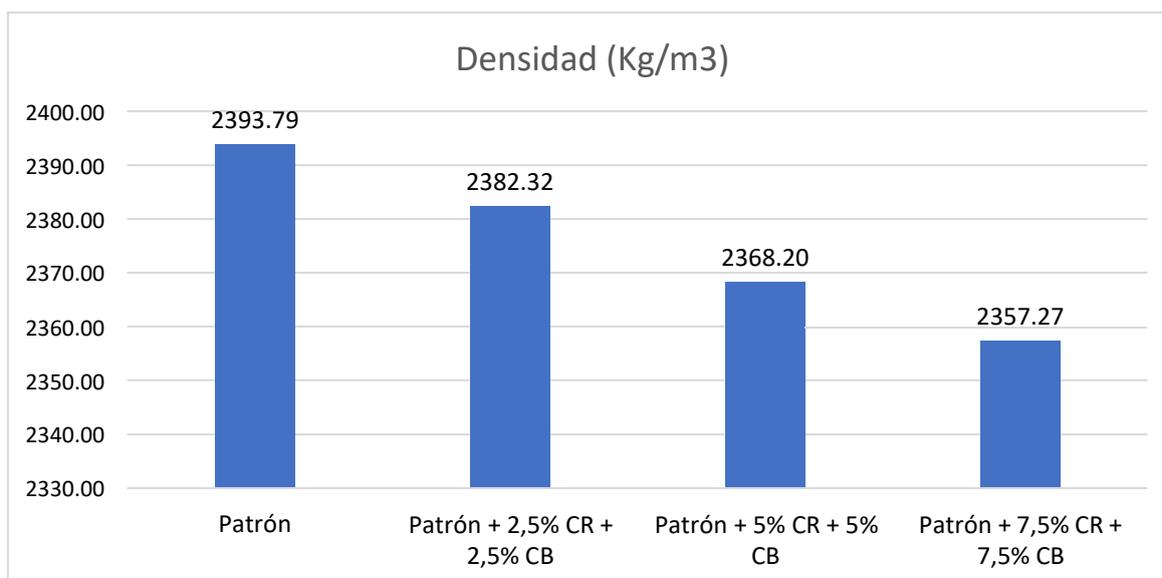


Figura 3. Densidad del concreto.

La figura 3, muestra el resumen de los resultados obtenidos del ensayo de densidad del concreto. Determina que la densidad de la muestra patrón es de 2393 Kg/m³ y que, a medida se agregan materiales reciclados este valor disminuye ligeramente, hasta llegar a 2357,27 Kg/cm³ para la muestra con el agregado de 7,5% de caucho reciclado (CR) y 7,5% de ceniza de bolaina (CB). Siendo esta variación del orden de 1,53% respecto a la muestra patrón.

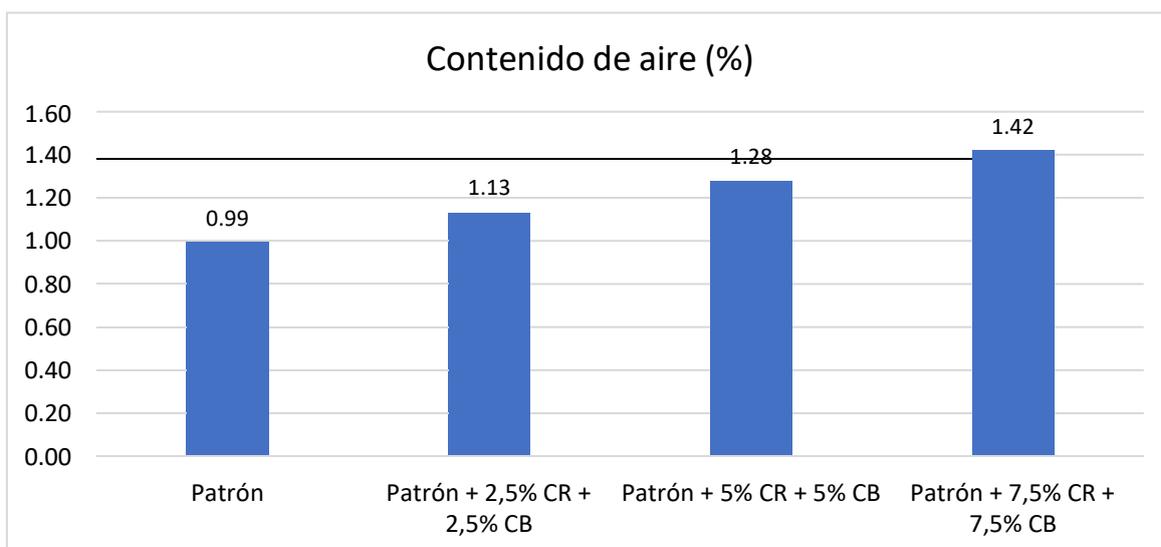


Figura 4. Contenido de aire del concreto.

La figura 4, muestra el consolidado de los datos obtenidos del ensayo de contenido de aire del concreto mediante el método de presión (NTP 339.080 - 2017). Determina que el contenido de aire de la muestra patrón es de 0,99% y que mientras se agregan materiales reciclados este valor aumenta moderadamente, hasta llegar a 1,42% para la muestra con el agregado de 7,5% de CR y 7,5% de CB. Siendo esta variación del orden de 43,43% respecto a la muestra patrón. Este indicador es posible que sea el responsable de la disminución de la densidad del concreto.

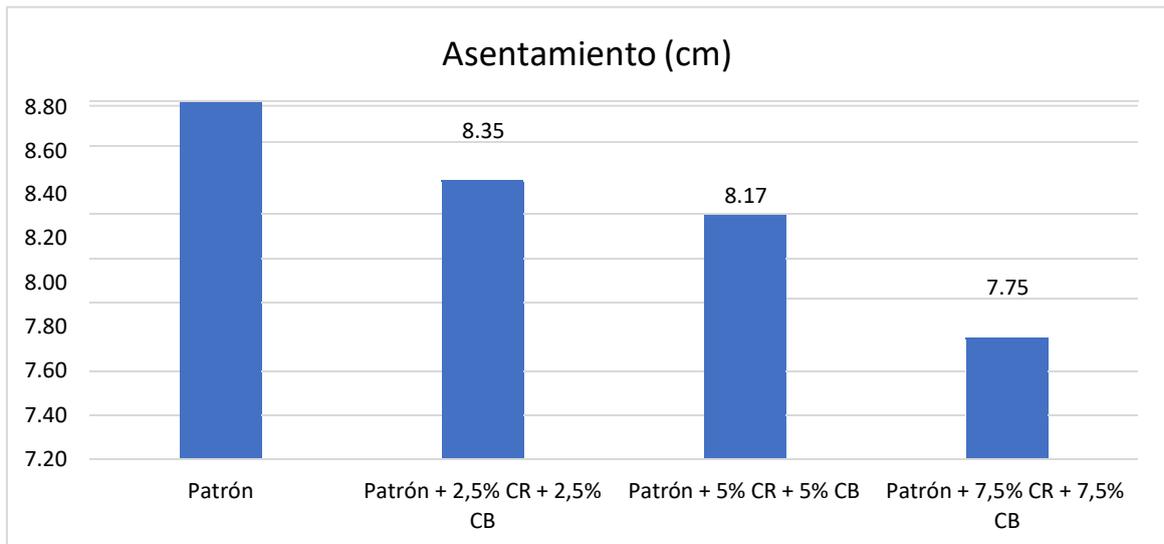


Figura 5. Ensayo de consistencia del concreto.

La figura 5, muestra el consolidado de los resultados obtenidos del ensayo de consistencia del concreto empleando el cono Abrams (NTP 339.035 - 2009). Determina que el asentamiento de la muestra patrón es de 8,59 cm y que mientras se agregan materiales reciclados este valor se reduce ligeramente, hasta llegar a 7,75 cm para la muestra con el agregado de 7,5% de CR y 7,5% de CB. Siendo esta variación del orden de 9,78% respecto a la muestra patrón; existiendo una notoria caída entre la densidad del diseño que incorpora 5% al que incorpora 7,5% de CR y CB. Estos datos indican que el asentamiento disminuye a medida se agrega más CR y CB.

Objetivo específico 2: Calcular la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando CR y CB

Tabla 18. Resistencia a la compresión.

	(Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
Patrón	127,74	183,71	216,82
Patrón + 2,5% CR + 2,5% CB	131,65	194,40	223,39
Patrón + 5% CR + 5% CB	133,46	199,63	234,16
Patrón + 7,5% CR + 7,5% CB	134,14	203,56	234,63

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, se observan los datos obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión del concreto. Que determina que la muestra patrón presenta una resistencia a la compresión de 127,74 kg/cm² a los 7 días; 183,72 kg/cm² a los 14 días y de 216,82 Kg/cm² a los 28 días. Es decir, su valor se incrementa hasta alcanzar el objetivo a los 28 días. De la misma se observa que los diseños de mezcla con agregados de 2,5% CR + 2,5% CB logra un valor de resistencia de compresión de 223,39 Kg/cm² a los 28 días; el diseño con 5% CR + 5% CB alcanza un valor de 234,16 Kg/cm² a los 28 días y finalmente el diseño con 7,5% CR + 7,5% CB logra un valor de 234 Kg/cm² a los 28 días. Estos valores demuestran un aumento en la resistencia a la compresión, hasta por el orden del 8,21%, aunque el mayor crecimiento se observa entre la mezcla de diseño de 5% a 7,5% de CR y CB. En resumen, esto indica que, agregar CR y CB a un concreto de resistencia 210 Kg/cm² mejora la resistencia a la compresión ligeramente.

Objetivo específico 3: Calcular la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210$ Kg/cm² adicionando CR y CB

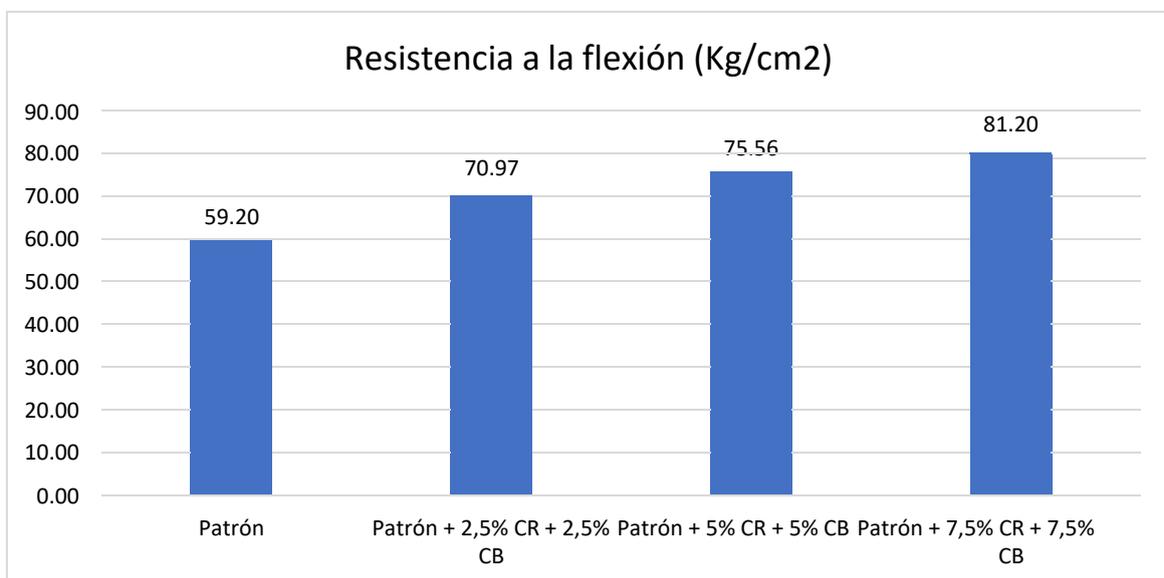


Figura 6. Resistencia a la flexión.

En la figura 6, se observan los datos obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión del concreto. Se determina que la muestra patrón presenta un valor de 59,20

Kg/cm²; mientras que los diseños con agregado reciclado de CR y CB, incrementan este valor hasta alcanzar 81,20 Kg/cm². Estos valores demuestran un aumento en la resistencia a la flexión, hasta por el orden del 37,16% cuando empleamos el diseño que incorpora 7,5% de CR y 7,5% de CB. Esto quiere decir que, añadir CR y CB a un concreto de resistencia 210 Kg/cm² eleva su resistencia a la flexión.

Objetivo específico 4: Calcular la resistencia a la tracción del concreto $f' c = 210$ Kg/cm² adicionando CR y CB.

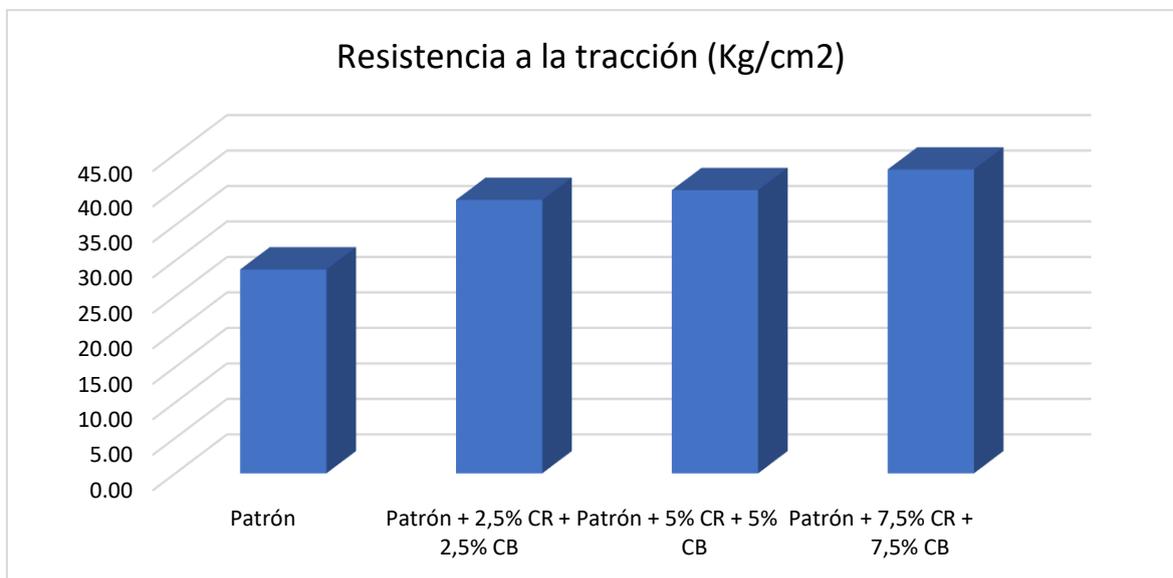


Figura 7. Resistencia a la tracción.

En la figura 7, se observan los resultados del ensayo de resistencia a la tracción del concreto. Se determina que la muestra patrón presenta un valor de 28,73 Kg/cm²; mientras que, los diseños con agregado reciclado de CR y CB, incrementan este valor hasta alcanzar 42,82 Kg/cm². Estos valores demuestran un aumento en la resistencia a la compresión, hasta por el orden del 49,04% que se alcanza con la mezcla de 7,5% de CR y 7,5% de CB. Esto indica que, agregar CR y CB a un concreto de diseño 210 Kg/cm² mejora la resistencia a la tracción notoriamente.

V. DISCUSIÓN

Como objetivo general se propuso analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionado con caucho reciclado y cenizas de bolaina. Según Muñoz, Vallejo y Pérez (2023) mencionan que el uso de ceniza de madera en la producción de concreto, mejora las propiedades mecánicas y físicas del concreto. De esta forma, se observa que el uso de materiales alternos a los agregados tradicionales puede mejorar las cualidades del concreto. En esta investigación se halló como resultado que las propiedades físicas como densidad, disminuyen a medida que se agrega CR y CB; por otro lado, el contenido de aire, aumenta ligeramente conforme se añade materiales alternativos; mientras que, la resistencia a la compresión, flexión y tracción mejoran de forma moderada para los añadidos de 2,5%; 5% y 7,5% de CR y CB. Estos resultados, son similares a los obtenidos por He et al (2019) cuyos resultados determinan que los diseños de concreto con agregados de 0,4% de fibra de madera y 1% de goma de caucho; mejoran un 2,5%, la resistencia a la compresión y 26,3%, la resistencia a la flexión. A partir de esto, se puede confirmar la teoría de que el uso de materiales reciclados tales como el CR y CB, se pueden emplear para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto 210 Kg/cm^2 siendo posible su uso como aditivo en la producción de concreto sostenible otorgando un uso eco amigable a estos materiales. Los resultados muestran que el empleo de CR y CB pueden emplearse como aditivos que mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto, reduciendo los costos e inclinándose por una construcción eco amigable y sostenible.

Se propuso como primer objetivo específico el determinar las propiedades específicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina. Según Sheraz (2023) el uso de caucho reciclado proporciona mejoras en las propiedades físicas del concreto, proporcionándole flexibilidad, elasticidad y trabajabilidad. Esta investigación determina que la muestra patrón tiene una densidad de 2393 Kg/cm^3 y este indicador disminuye progresivamente a medida se añade CR y CB, logrando para las mezclas con 2.5%; 5% y 7,5 de CR y CB, valores menores hasta alcanzar $2357,27 \text{ Kg/cm}^3$; es decir, que alcanza una disminución del

orden 1,53%. Estos resultados, son similares a los obtenidos por Meko (2021) que obtuvo una disminución del orden de 5,64% para la densidad a partir del resultado de una muestra patrón que es de 2496,36 Kg/cm³. Por otro lado, sobre la consistencia en esta investigación se obtuvo como resultado para el asentamiento un valor de 8,59 cm; que fue reduciéndose conforme se agregaba CR y CB, hasta un total 7,75 cm, lo que representa una reducción de 9,78%. Este resultado coincide con lo obtenido por Meko (2021) que encontró una reducción desde 4,9 cm hasta 3,6 cm, a medida que se reemplaza el agregado tradicional por CR; esta reducción representa un 26,53% respecto al valor original. Entonces, podemos considerar que el añadido de CR y CB puede emplearse como método para reducir la densidad y el valor del asentamiento, señalando a estos materiales como compatibles con la construcción eco amigable. Aunque este valor al ser relativamente pequeño, requiere de mayores estudios para probar una influencia notoria.

Se propuso como segundo objetivo específico es calcular la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina. Según Valente y Sibai (2019) el CR puede emplearse como material bio sostenible en la producción de concreto. De la misma forma, opinan Correa, Hurtado y Muñoz (2022) sobre el uso de cenizas de madera, el cual incrementa las resistencias a compresión del concreto. En esta investigación se consiguió como resultado para la resistencia a la compresión de la muestra patrón un valor de 216,82 Kg/cm², que fue incrementándose ligeramente a medida que se añadía CR y CB, hasta alcanzar 234,63 Kg/cm² para la mezcla con 7,5% de CR y CB, lo que representa un incremento de 8,21 %. Estos resultados son similares a los obtenidos por Kazmi et al (2020) que determinó un incremento de 35% sobre la resistencia a la compresión para la mezcla que sustituye cemento por fibras de caucho. De la misma forma Assaggaf et al (2022) encuentra como resultado de sus ensayos un incremento de 8% sobre la resistencia a la compresión para el diseño que incorpora un 8% de gránulos de caucho reciclado. También Kanan y Natarajan (2022), concluyen de la misma forma, la mezcla con 10% de ceniza de madera y 6% de sílice, se logra un incremento del 41,8% sobre la resistencia a la compresión. Por otro lado, Yasser, Kohaily Moustafa (2022) encontraron que la mezcla con 10% de CR y cloruro de magnesio, reduce la resistencia a la compresión. Teniendo esto en consideración, se observa que el empleo de CR y CB puede mejorar las

propiedades mecánicas tales como, la resistencia a la compresión; además que, al combinarlo con otros elementos puede potenciar o tener el efecto contrario, reducir la resistencia a la compresión. Esto puede sugerir posibles nuevos diseños que incluyan combinaciones entre CR y otras sustancias con la finalidad de analizar los posibles escenarios que ofrecen.

Se propuso como tercer objetivo específico es calcular la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina. Según Valente y Sibai (2019) el CR puede emplearse como material bio sostenible en la producción de concreto. De la misma forma, opinan Correa et al (2023) sobre la incorporación de cenizas de madera para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Esta investigación encontró que la resistencia a la flexión del concreto patrón es de $59,20 \text{ Kg/cm}^2$ que se incrementó moderadamente hasta $81,20 \text{ Kg/cm}^2$; estos para la mezcla con 7,5% de CR y CB; esta mejora representa un 37,16% en este indicador. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Li y Zhang (2019) que hallaron que la resistencia a la flexión aumenta entre 7 a 10% para las mezclas con 10% a 20% de caucho reciclado. Dado esto, podemos considerar que el empleo de CR en concreto, permite mejorar la resistencia a la flexión. Estos resultados permiten considerar al CR y CB como materiales amigables con las obras de construcción.

Se propuso como cuarto objetivo específico es calcular la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina. Según Valente y Sibai (2019) el CR puede emplearse como material bio sostenible en la producción de concreto. De la misma forma, opinan Martínez et al (2022) sobre el uso de cenizas de madera como material ecoeficiente de construcción. Según esta investigación se obtuvo que la resistencia a la tracción logró un valor de $28,73 \text{ Kg/cm}^2$ para la muestra patrón, este valor fue incrementando según se iba agregando CR y CB, hasta alcanzar un valor de $42,82 \text{ Kg/cm}^2$; esto es un incremento del 49,04%. Estos resultados tienen el mismo sentido a los obtenidos por López (2022), aunque no en la misma magnitud, que determinó un agregado óptimo de 9% de caucho en polvo quemado considerando la resistencia a la tracción que se calculó como $23,53 \text{ Kg/cm}^2$ para la muestra patrón; además, se observa un incremento ligero hasta el diseño que incorpora 9% del material aditivo,

el cual logra un $25,94 \text{ Kg/cm}^2$; esto representa un incremento de $10,24\%$ en la resistencia a la tracción. A partir de esto, se puede mencionar que, el agregado de CR a una mezcla de concreto puede mejorar la resistencia a la tracción de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

VI. CONCLUSIONES

1. Los datos obtenidos determinan que al agregar proporciones de 2,5%; 5% y 7,5% de CR y CB en un diseño de mezcla, mejoran las propiedades mecánicas a medida que aumenta el agregado reciclado. En el caso de la resistencia a la compresión su valor se eleva un 8,21%; para la resistencia a la flexión, se eleva 37,16%; mientras que, la mejoría en la resistencia a la tracción es de 49,04%. Por otro lado, la densidad y el asentamiento, disminuyen 1,53% y 9,78%; respectivamente. Por consiguiente, agregar materiales como caucho reciclado y ceniza de bolaina a un diseño de concreto, mejora las propiedades mecánicas del concreto con resistencia 210 Kg/cm^2 ; aunque, los datos no permiten asegurar lo mismo para las propiedades físicas.
2. Los datos obtenidos determinan que agregar materiales como caucho reciclado y ceniza de bolaina a un diseño de concreto con resistencia 210 Kg/cm^2 , disminuye ligeramente la densidad; hasta un 1,53% para la mezcla con 7,5% de CR y CB; para el caso del asentamiento, este valor decae un 9,78%; es decir, no se puede asegurar totalmente que añadir agregados tales como CR y CB mejoren las propiedades físicas de un concreto con resistencia 210 Kg/cm^2 .
3. Los resultados determinan que agregar materiales como caucho reciclado y ceniza de bolaina a un diseño de concreto, mejora la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm^2 , incrementando este indicador hasta $234,63 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de edad. Que respecto a la muestra patrón es un incremento del 8,21% con el añadido de 7,5% de CR y 7,5% de CB. Por tanto, los datos demuestran que agregar CR y CB a un concreto con resistencia 210 Kg/cm^2 en Lima, mejora la resistencia a la compresión.
4. Los resultados determinan que agregar materiales como caucho reciclado y ceniza de bolaina a un diseño de concreto, mejora la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm^2 , incrementando este indicador desde $59,20 \text{ Kg/cm}^2$ hasta $89,20 \text{ Kg/cm}^2$ con el añadido de 7,5% de CR y 7,5% de CB. Que representa una mejora del 37,16%. Por tanto, los datos demuestran que agregar CR y CB a un concreto con resistencia 210 Kg/cm^2 en Lima, mejora la resistencia a la flexión, que en esta investigación se alcanzó con una adición de 7,5% de CR y 7,5% de CB.

5. Los resultados determinan que agregar materiales como caucho reciclado y ceniza de bolaina a un diseño de concreto, mejora la resistencia a la tracción del concreto 210 Kg/cm^2 , incrementando este indicador desde $28,73 \text{ Kg/cm}^2$ hasta $42,82 \text{ Kg/cm}^2$ con el añadido de 7,5% de CR y 7,5% de CB. Que representa una mejora del 49,04%. Entonces, los datos obtenidos demuestran que agregar CR y CB a un concreto con resistencia 210 Kg/cm^2 en Lima, mejora la resistencia a la tracción; siendo la mejor mezcla aquella que incorpora 7,5% de CR y CB.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar la investigación usando distintas dosificaciones de los materiales usados en la presente, ya que se halló mejoras en los resultados para todas las dosificaciones empleadas; por lo tanto, el uso de estos materiales es prometedor, aunque es necesario conocer la cantidad óptimo del material reciclado que se puede agregar hasta decaer sus beneficios.

Con la finalidad de obtener más detalle se puede analizar la granulometría del agregado reciclado, para lograr una mezcla más uniforme y conseguir mayores resultados en los ensayos.

Se pueden incluir otros ensayos que pueden analizar otro tipo de propiedades físicas o mecánicas; así como su eficacia en distintas zonas y lugares del país.

En futuros estudios, se puede analizar la influencia de cada agregado empleado por separado, para analizar y cuantificar el impacto de cada uno de ellos, y encontrar mejores dosificaciones. Que no sean necesariamente de la misma proporción como en este estudio.

Incluir el uso de otros materiales para combinar con la ceniza de madera o el caucho reciclado, considerando otras presentaciones o métodos de tratamiento previo a su uso como aditivo o sustituto.

REFERENCIAS

ABANTO, Castillo. Tecnología del concreto: Teorías y Problemas. 6ª ed. Lima: San Marcos, 2013. 242 pp. ISBN: 9786123020606

ASSAGGAF, Rida, et al. Effect of different treatments of crumb rubber on the durability characteristics of rubberized concrete. *Constructions and Buildings Materials*, 318, febrero 2022. ISSN: 09500618

BARRAZA, Arturo y BARRAZA, Salvador. Evidence Of Validity And Reliability Of The Scale Of Academic Procrastination In A Mexican Student Population. *Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento*, 9(1): 25-99, enero-junio 2018. ISSN: 2007-1833.

BOSTANCI, Sevket. Utilisation Of Wood Ash For Environmentally Friendly Concrete Production. *Sustainable Construction Materials And Technologies*, 1, 2019, julio 2019. ISSN: 25153048

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. 2.a ed. Editorial San Marcos: Lima-Perú, 2015. 476 pp. ISBN: 9789972383441

CEBALLOS, Martin. El concreto, material fundamental para la infraestructura. Voz del Experto. *Construcción y Tecnología en Concreto*, 2016, p. 24-25.

CÓRDOVA, Alexei; CÁRDENAS, Aldo; GONZÁLES, Héctor. Caracterización física y mecánica de compuestos de Guazuma crinita Mart. a base de polipropileno virgen. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(57), 4-31, 2020.

CORREA Zeña, Andy; Hurtado Bravo, Aldo y Muñoz Perez, Sócrates. Systematic review of the physico-mechanical properties of concrete with wood ash incorporation. *Ingeniería y competitividad*, 25(2), marzo 2023. ISSN: 30111825

FLORES Osorio, Juan y Águila Quispe, Willian. Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada. Lima – 2018. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo. 2018

FLORES Torres, Pilar, et al. Uso de Grano de Caucho Reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos: una revisión literaria. *INVESTIGATIO*, (18), marzo 2022. ISSN: 13906399

GALLEGOS, Félix y GUERRERO, Angie. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable con adición de fibras de vidrio para pavimentos Coracora - 2021. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

HAMDI, Amin; ABDELAZIZ, Gamal; FARHAN, Khatib. Scope Of Reusing Waste Shredded Tires In Concrete And Cementitious Composite Materials: A Review. *Journal of Building Engineering*, 35, enero 2021. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000618177600002>.

ISSN: 23527102

HE, Tingshu, et al. Experimental Study Of High-Performance Autoclaved Aerated Concrete Produced With Recycled Wood Fibre And Rubber Powder. *Journal of Cleaner Production*, vol. 234, p. 559-567, 2019. ISSN: 09596526

HERNÁNDEZ, Osvaldo. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), 2021. ISSN: 15613038

HERNANDEZ, Roberto; MENDOZA, Christian. Metodología De La Investigación. Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa Y Mixta. Ciudad de México: Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. 714 pp. ISBN: 9781456260965.

JAIMES, Diego; GARCÍA, Jhonatan y RONDON, Juan. Importance Of Concrete In The Field Of Construction. *Formación Estratégica*, 2020, vol. 2, no 1, p. 1-13.

KANNAN, V; NATARAJAN, Karthiga. Gravimetric Weight Loss Of Steel In Self-Compacting Concrete Blended With Wood Ash And Silica Fume. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 9483-9495, enero 2023. ISSN: 09441344

KAEWUNRUEN, Sakdirat, et al. Enhancement Of Dynamic Damping In Eco-Friendly Railway Concrete Sleepers Using Waste-Tyre Crumb Rubber. *Materials*, 2018, vol. 11, no 7, p. 1169.

LI, Yang, et al. A Review of the Durability-Related Features of Waste Tyre Rubber as a Partial Substitute for Natural Aggregate in Concrete. *Buildings*, 12(11), noviembre 2022. Disponible en: 10.3390/buildings12111975. ISSN: 20755309.

MAGUIÑA, Walther. Caucho reciclado de llantas en la mezcla de Asfalto a Compresión para mejorar las Propiedades Mecánicas. 2019.

MARTINEZ Garcia, Rebeca, et al. The Present State of the Use of Waste Wood Ash as an Eco-Efficient Construction Material: A Review. *Materials*, 15, agosto 2022. ISSN: 15155349

MCCORMAC, Jack C.; BROWN, Russell H. *Diseño de concreto reforzado*. Alpha Editorial, 2017.

MEKO, Bikila; IGHALO, Joshua. Utilization Of Cordia Africana Wood Sawdust Ash As Partial Cement Replacement In C 25 Concrete. *Cleaner Materials*, 1, Agosto 2021. ISSN: 27723976

MUÑOZ Pérez, Sócrates, et al. Comportamiento físico-mecánico del hormigón adicionando residuos de acero: una revisión literaria. *Revista UIS ingenierías*, 21 (1): 1-15, Enero – Marzo, 2022. ISSN: 16574583

MUÑOZ Pérez, Sócrates; Vallejos Peltroche, Debora y Pérez Villanueva, José. Revisión Sistemática de las Propiedades Físico-Mecánicas del Hormigón con Incorporación de Ceniza de Madera. *Ingeniería y Competitividad*, 25(2), junio 2023. ISSN: 30111825.

NORMA E.060 concreto armado (el peruano 2006). Disponible en: [http://www.gacetajuridica.com.pe/servicios/normas_pdf/Junio_2006/10-06-2006/10-06-2006_SE_\(7ma-parte\).pdf](http://www.gacetajuridica.com.pe/servicios/normas_pdf/Junio_2006/10-06-2006/10-06-2006_SE_(7ma-parte).pdf).

NORMA TÉCNICA PERUANA (Perú). NTP 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión en muestras cilíndricas.

NTP 339.034. CONCRETO Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas, 2015.

NTP 339.078 – 339.084. Hormigón (Concreto), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto y tracción, en muestras de vigas prismáticas y cilindros. 3a ed. R 001-2008 - INDECOPI CRT (2017).

OSORIO, Jesús, 2023. Resistencia Mecánica del Concreto y Resistencia a la Compresión. EN: *360 en Concreto* [En línea]. Disponible en: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/> [consulta: 10 de noviembre de 2023]

PEREZ, J. y ARRIETA, Y. Estudio Para Caracterizar una Mezcla de Concreto con Caucho Reciclado en un 5% en Peso Comparado con una Mezcla de Concreto Tradicional de 3500 psi, Bogotá. Colombia: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, 2017. Disponible en: <https://bit.ly/3esnnzz>

QUEVEDO Castillo, Víctor. Resistencia a la Compresión y Tracción del Concreto f'c= 210 Kg/cm² Sustituyendo al Cemento con 7%, 9% y 11% de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar – 2018. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad César Vallejo. 2018. 273 pp.

SHERAZ, Muhammand, et al. Fresh and Hardened Properties of Waste Rubber Tires Based Concrete: a State art of Review. *SN Applied Sciences*, 5(119), marzo 2023. ISSN: 25233971

SILVA, P.; SILVA, R.; DE BRITO, J. Mechanical Properties Of Recycled Aggregate Concrete With Bottom Ash Additions. *The Structural Integrity of Recycled Aggregate Concrete Produced With Fillers and Pozzolans*, 275-301, diciembre 2021. ISBN: 9780128241059

TEKER, Ece; et al. Wood Ash as Sustainable Alternative Raw Material for the Production of Concrete—A Review. *Materials*, 16(7), 2557, marzo 2023. ISSN: 19961944

VALDERRAMA, S. Pasos para elaborar proyectos de investigación Científica, cuantitativa, cualitativa y mixta. 2° edición. Lima, Perú: San Marcos, 2019. ISSN: 9786123028787

VALENTE, Marco y SIBBAI, Abbas. Rubber/Crete: Mechanical Properties Of Scrap To Reuse Tire-Derived Rubber In Concrete; A Review. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 17(1), 2019. ISSN: 22808000

WANG, Ruisheng; HALLER, Peer. Applications of wood ash as a construction material in civil engineering: a review. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2022. ISSN: 21906815

WALHOFF, Guerson. Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión

del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, barranca - 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", 2017.

WU, Yu-Fei, et al. Effect Of Compression Casting Method On The Compressive Strength, Elastic Modulus And Microstructure Of Rubber Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 264, Agosto 2020. ISSN: 09596526

YASSER, Nouran. Experimental investigation of durability properties of rubberized concrete, *Ain Sham Engineering Journal*, 14(6), marzo 2023. ISSN: 20904479

ZHANG, Peng. *Workability and Durability of Concrete Incorporating Waste Tire Rubber: A Review*, *Journal of Renewable Materials*, 11(2), 745-776, setiembre 2022. ISSN: 21646325

ZHUGE, Yan; DUAN, Weiwei; LIU, Yue. Utilization Of Wood Waste Ash In Green Concrete Production. *Sustainable Concrete Made with Ashes and Dust from Different Sources: Materials, Properties and Applications*, 419-450, noviembre 2021. ISBN: 9780128240502

ANEXOS

Matriz de consistencia

Título: Análisis físico y mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ Kg} / (\text{cm}^2)$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023						
Problema	Objetivos	hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente (X) Caucho reciclado y ceniza de bolaina	Dosificación	0%; 5%, 10%, 15%	Ficha de recolección de datos
¿Cómo influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ la adición de caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?	Analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionado con caucho reciclado y cenizas de bolaina.	Mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina.		Propiedades físicas Caucho reciclado y ceniza de bolaina	Densidad Peso específico Granulometría	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente (Y) Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Propiedades físicas	Densidad	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.046-NTP 339.081-NTP-339.035)
¿Cuánto varían las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?	Determinar las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina	Mejoran las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina			Contenido de aire Asentamiento	
¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?	Calcular la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.	Mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.		Resistencia a la compresión	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.034)	
¿Cuánto varía la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?	Calcular la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.	Mejora la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.		Resistencia a la flexión	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.078)	
¿Cuánto varía la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023?	Calcular la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.	Mejora la resistencia a latracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.		Resistencia a la tracción	Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.084)	

Matriz de operacionalización

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente (X) Caucho reciclado y ceniza de bolaina	El caucho reciclado, es un desecho de la industria por agotamiento o residuo, que se orienta a un nuevo uso o reuso y en algunos casos necesita pasar por un proceso de transformación (Maguiña, 2019). La ceniza de bolaina es el residuo de la combustión de la madera bolina (<i>Guazuma crinita</i>), cuya especie está muy difundida en la selva peruana, cuyo principal producto es la madera aserrada (Córdova, Cárdenas y Gonzales, 2020).	El caucho reciclado se obtendrá de llantas en desuso y la ceniza de bolaina, se extraerá de los residuos de la industria forestal de la selva amazónica peruana. Estos elementos se adicionarán a la mezcla de concreto adicionando proporciones de 0%, 5%, 10% y 15%	Dosificación de ceniza de madera	0%, 5%, 10%, 15%	Porcentual
			Propiedades físicas Caucho reciclado y ceniza de bolaina	Densidad Peso específico Granulometría	
Variable dependiente (Y) Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f' c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Las propiedades físicas del concreto son aquellas que se pueden analizar en su estado fresco, luego de sermezclado. Entre estas propiedades se pueden mencionar la trabajabilidad, la densidad, el revenimiento. Cada una de estas se determina mediante un ensayo normalizado y estandarizado en un laboratorio (Gallegos y Guerrero, 2021). Las propiedades mecánicas son las características propias de una mezcla de concreto que describen su comportamiento físico y su reacción frente a estímulos, que normalmente provienen de una fuerza (Silva, Silva y De Brito, 2021).	Se determinará en su estado fresco, la densidad de los diseños de concreto adicionando 0%, 5%, 10% y 15% de caucho reciclado y ceniza de bolaina. Para luego en su estado endurecido determinar la resistencia a la compresión, flexión y tracción para describir las propiedades mecánicas de los diseños de concreto.	Propiedades físicas	Densidad Contenido de aire Asentamiento	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	
				Resistencia a la flexión	
				Resistencia a la tracción	

ANEXO – Análisis estadístico

A. Contrastación de hipótesis 1

Hipótesis específica 1: Mejoran las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina.

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

H_0 : Los datos de las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ cumplen una distribución normal.

H_a : Los datos de las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ no cumplen una distribución normal.

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

$n > 50$; se emplea el estadístico de Kolmogorov-Smirnov

$n \leq 50$; se emplea el estadístico de Shapiro-Wilk

Para este caso, se emplea Shapiro-Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Densidad del concreto (Kg/m3)	,134	12	,200*	,944	12	,547
Contenido de aire (%)	,148	12	,200*	,909	12	,209
Asentamiento (mm)	,171	12	,200*	,920	12	,289

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Densidad del concreto: $p = 0,547 > 0,05$; por tanto, se acepta H_0

Contenido de aire: $p = 0,209 > 0,05$; por tanto, se acepta H_0

Asentamiento: $p = 0,2898 > 0,05$; por tanto, se acepta H_0

5. Conclusión

Los datos obtenidos sobre las propiedades físicas muestran una distribución normal; por lo tanto, usaremos pruebas paramétricas para determinar la

correlación. En este caso emplearemos el coeficiente de correlación de Pearson.

Correlación de Pearson

1. Planteamiento del problema:

H_0 : La variable propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ NO están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

H_a : La variable propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

Coeficiente de correlación de Pearson; porque tenemos datos con distribución normal y de manera casi lineal.

Correlaciones

		Adición CR+CB	Densidad del concreto (Kg/m3)	Contenido de aire (%)	Asentamiento (mm)
Adición CR+CB	Correlación de Pearson	1	-,975**	,995**	-,968**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	12	12	12	12
Densidad del concreto (Kg/m3)	Correlación de Pearson	-,975**	1	-,974**	,935**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000
	N	12	12	12	12
Contenido de aire (%)	Correlación de Pearson	,995**	-,974**	1	-,960**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000
	N	12	12	12	12
Asentamiento (mm)	Correlación de Pearson	-,968**	,935**	-,960**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	
	N	12	12	12	12

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Densidad del concreto: $p = 0,000 < 0,05$; por tanto, se acepta H_a .

Contenido de aire: $p = 0,000 < 0,05$; por tanto, se acepta H_a .

Asentamiento: $p = 0,000 > 0,05$; por tanto, se acepta H_a .

5. Conclusión

Para las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, la evidencia estadística determina que existe correlación entre ellas y la adición con caucho reciclado (CR) y ceniza de bolaina (CB).

La densidad del concreto muestra una correlación negativa de 0,975; es decir, a medida que se aumenta la adición de CR y CB, la densidad disminuye.

El contenido del aire muestra una correlación de 0,995; es decir, a medida que se aumenta la adición de CR y CB, el contenido de aire aumenta.

El asentamiento muestra una correlación negativa de 0,968; es decir, a medida que se aumenta la adición de CR y CB, el asentamiento disminuye.

B. Contrastación de hipótesis 2

Hipótesis específica 2: Mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

H_0 : Los datos de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ cumplen una distribución normal.

H_a : Los datos de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ no cumplen una distribución normal.

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

$n > 50$; se emplea el estadístico de Kolmogorov-Smirnov

$n \leq 50$; se emplea el estadístico de Shapiro-Wilk

Para este caso, se emplea Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	,290	12	,006	,820	12	,016

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Densidad del concreto: $p = 0,016 < 0,05$; por tanto, se acepta H_a

5. Conclusión

Los datos obtenidos sobre la resistencia a la compresión muestran una distribución no normal; por lo tanto, usaremos pruebas no paramétricas para determinar la correlación. En este caso emplearemos el coeficiente de correlación de Spearman.

Correlación de Spearman

1. Planteamiento del problema:

H_0 : La resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ NO están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

H_a : La resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

Coefficiente de correlación de Pearson; porque tenemos datos con distribución normal y de manera casi lineal.

Correlaciones

			Adición CR+CB	Rsistencia a la compresión (Kg/cm2)
Rho de Spearman	Adición CR+CB	Coefficiente de correlación	1,000	,928**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	12	12
	Rsistencia a la compresión (Kg/cm2)	Coefficiente de correlación	,928**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	12	12

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Resistencia a la compresión: $p = 0,000 < 0,05$; por tanto, se acepta H_a .

5. Conclusión

Para la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, la evidencia estadística determina que existe correlación con la adición con caucho reciclado (CR) y ceniza de bolaina (CB).

La resistencia a la compresión muestra una correlación positiva de 0,928; es decir, a medida que se aumenta la adición de CR y CB, la resistencia a la compresión aumenta.

C. Contrastación de hipótesis 3

Hipótesis específica 3: Mejora la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

H_0 : Los datos de la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ cumplen una distribución normal.

H_a : Los datos de la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ no cumplen una distribución normal.

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

$n > 50$; se emplea el estadístico de Kolmogorov-Smirnov

$n \leq 50$; se emplea el estadístico de Shapiro-Wilk

Para este caso, se emplea Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión (Kg/cm2)	,186	12	,200 [*]	,879	12	,086

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Densidad del concreto: $p = 0,086 > 0,05$; por tanto, se acepta H_0

5. Conclusión

Los datos obtenidos sobre la resistencia a la flexión muestran una distribución normal; por lo tanto, usaremos pruebas paramétricas para determinar la correlación. En este caso emplearemos el coeficiente de correlación de Pearson.

Correlación de Pearson

1. Planteamiento del problema:

H_0 : La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ NO están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

H_a : La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

Coefficiente de correlación de Pearson; porque tenemos datos con distribución normal y de manera casi lineal.

Correlaciones

		Adición CR+CB	Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)
Adición CR+CB	Correlación de Pearson	1	,973**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	12	12
Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	Correlación de Pearson	,973**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	12	12

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Resistencia a la compresión: $p = 0,000 < 0,05$; por tanto, se acepta H_a .

5. Conclusión

Para la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, la evidencia estadística determina que existe correlación con la adición con caucho reciclado (CR) y ceniza de bolaina (CB).

La resistencia a la flexión muestra una correlación positiva de 0,973; es decir, a medida que se aumenta la adición de CR y CB, la resistencia a la flexión aumenta.

D. Contrastación de hipótesis 4

Hipótesis específica 4: Mejora la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023.

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

H_0 : Los datos de la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ cumplen una distribución normal.

H_a : Los datos de la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ no cumplen una distribución normal.

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

$n > 50$; se emplea el estadístico de Kolmogorov-Smirnov

$n \leq 50$; se emplea el estadístico de Shapiro-Wilk

Para este caso, se emplea Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción (Kg/cm ²)	,311	12	,002	,781	12	,006

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Densidad del concreto: $p = 0,006 < 0,05$; por tanto, se acepta H_a

5. Conclusión

Los datos obtenidos sobre la resistencia a la tracción muestran una distribución no normal; por lo tanto, usaremos pruebas paramétricas para determinar la correlación. En este caso emplearemos el coeficiente de correlación de Spearman.

Correlación de Spearman

1. Planteamiento del problema:

H_0 : La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ NO están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

H_a : La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ están relacionadas con la adición de Caucho Reciclado (CR) y Ceniza de Bolaina (CB).

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

3. Elección de prueba estadística:

Coefficiente de correlación de Pearson; porque tenemos datos con distribución normal y de manera casi lineal.

Correlaciones

			Adición CR+CB	Resistencia a la tracción (Kg/cm2)
Rho de Spearman	Adición CR+CB	Coefficiente de correlación	1,000	,972**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	12	12
	Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	Coefficiente de correlación	,972**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	12	12

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4. Criterio de decisión

$p \leq 0,05$ se rechaza H_0 y aceptamos H_a

$p > 0,05$ se acepta H_0 y rechazamos H_a

Para este caso

Resistencia a la compresión: $p = 0,000 < 0,05$; por tanto, se acepta H_a .

5. Conclusión

Para la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, la evidencia estadística determina que existe correlación con la adición con caucho reciclado (CR) y ceniza de bolaina (CB).

La resistencia a la tracción muestra una correlación positiva de 0,972; es decir, a medida que se aumenta la adición de CR y CB, la resistencia a la tracción aumenta.

Anexo: Instrumento de recolección de datos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS	Versión	
		Fecha	
		Página	

PROYECTO

SOLICITANTE

UBICACIÓN

FECHA DE EMISIÓN

Tipo de muestra

Presentación

Fc de diseño

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS ASTM C488

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (cm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)

OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 ING. JORGE MARCOS APONTE GUANILO Reg. C.I.P. 103280	 RAUL EMILIO VILLALAZ ALVAREZ Ingeniero Civil CIP N° 290103	 ANDY ANIBAL VARGAS TRUJILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203573
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	
		Revisión	
		Aprobado	
		Fecha	

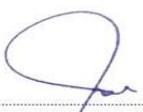
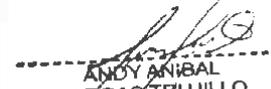
LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA SOLICITANTE : Datos de laboratorio TESIS UBICACIÓN	Fecha de emisión:
--	--------------------------

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F ^c Diseño kg/cm ²	% F ^c

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

- OBSERVACIONES:**
- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
 - * El ensayo fue realizado haciendo uso de material referente (YESO - CEMENTO).
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  ING. JORGE MARCOS APONTE GUANILO Reg. C.I.P. 103280	Revisado por:  RAUL EMILIO VILLALAZ ALVAREZ Ingeniero Civil CIP N° 290103	Aprobado por:  ANDY ANIBAL VARGAS TRUJILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203573
--	---	---

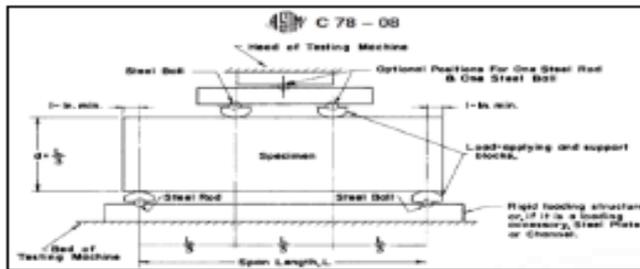
LABORATORIO DE ENSAYOS MATERIALES	FORMATO	Código	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO	Versión	
		Fecha	
		Página	

PROYECTO
SOLICITANTE
UBICACIÓN
FECHA DE EMISIÓN :

Tipo de muestra
Presentación
F/c de diseño

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA



OBSERVACIONES:

Elaborado por: ING. JORGE MARCOS APONTE GUANILO Reg. C.I.P. 103280	Revisado por: RAUL EMILIO VILLALAZ ALVAREZ Ingeniero Civil CIP N° 290103	Aprobado por: ANDY ANIBAL VARGAS TRUJILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203573
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo: Validación por juicio de expertos

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE Caucho reciclado y ceniza de bolaina

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: “Análisis físico y mecánico del concreto $f'c=210$ Kg/cm² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023”. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

**MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE
Caucho reciclado y ceniza de bolaina**

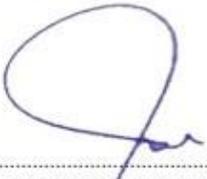
Definición de la variable: **Caucho reciclado y ceniza de bolaina**

Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Dosificación	0%, 5%, 10% y 15%	Proporción	1	1	1	1	

Ficha de registro para la variable Caucho reciclado y ceniza de bolaina

Ficha para ser llenada por investigador.

Dosis	0%	5%	10%	15%
Caucho reciclado				
Peso (kg)				
Volumen (m ³)				
Densidad kg/m ³				
Humedad (%)				
Ceniza de madera				
Peso (kg)				
Volumen (m ³)				
Densidad kg/m ³				
Humedad (%)				


ING. JORGE MARCOS APONTE GUANILO
Reg. C.I.P. 103280


RAUL EMILIO
VILLALAZ ALVAREZ
Ingeniero Civil
CIP N° 290103


ANDY ANIBAL
VARGAS TRUJILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203573

FICHA DE VALIDACION DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del Instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la comprensión. Reporte de ensayo de resistencia a la tracción. Reporte de ensayo de resistencia a la flexión.
Objetivo del Instrumento	Recolectar información según los ensayos de laboratorio realizados a la muestra de concreto para determinar la resistencia a la comprensión a la tracción y flexión.
Nombres y apellidos del experto	Aponte Guanilo, Jorge Marcos
Documento de identidad	32990470
Años de experiencia en el área	15 Años
Máximo grado académico	Maestría
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Nacional de Santa
Cargo	Residente
Número de Telefono	943620393
Firma	 ING. JORGE MARCOS APONTE GUANILO Reg. C.I.P. 103280
Fecha	16/06/2023

FICHA DE VALIDACION DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del Instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión. Reporte de ensayo de resistencia a la tracción. Reporte de ensayo de resistencia a la flexión.
Objetivo del Instrumento	Recolectar información según los ensayos de laboratorio realizados a la muestra de concreto para determinar la resistencia a la compresión a la tracción y flexión.
Nombres y apellidos del experto	Raúl Emilio Villalaz Alvarez
Documento de identidad	10444488
Años de experiencia en el área	1 año
Máximo grado académico	Ing. Civil
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejos
Cargo	Ing. Residente
Número de Teléfono	950644259
Firma	 RAUL EMILIO VILLALAZ ALVAREZ Ingeniero Civil CIP N° 290103
Fecha	16/06/2023

FICHA DE VALIDACION DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del Instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la comprensión. Reporte de ensayo de resistencia a la tracción. Reporte de ensayo de resistencia a la flexión.
Objetivo del Instrumento	Recolectar información según los ensayos de laboratorio realizados a la muestra de concreto para determinar la resistencia a la comprensión a la tracción y flexión
Nombres y apellidos del experto	Andy Aníbal Vargas Trujillo
Documento de identidad	44280115
Años de experiencia en el área	7 años
Máximo grado académico	Maestría
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Nacional Federico Villareal
Cargo	Ing. Residente
Número de Teléfono	976565348
Firma	 ANDY ANIBAL VARGAS TRUJILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203573
Fecha	16/06/2023

ANEXO: Boletas de pago por ensayos al laboratorio

XILUVA INGENIEROS SAC ASC. SANTA ROSA DE PIEROLA MZA. D LOTE. 6 SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20611250780 E001-2																								
Fecha de Emisión :	05/10/2023	Forma de pago: Contado																								
Señor(es) :	BARREDA AREVALO EDUARD HERNAN																									
RUC :	10102443972																									
Dirección del Cliente :	CAL. 13 - ASC. 13 DE FEBRERO MZA. F LOTE. 13 BLOCK 13 PISO 1 LIMA-LIMA-ATE																									
Tipo de Moneda :	SOLES																									
Observación :	BCP CTA CTE. 191-1006999-0-05 CCI: 00219100100699900558																									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																						
1.00	UNIDAD	ENSAYO DE AGREGADOS Y PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO	868.00	0.00																						
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Sub Total Ventas :</td><td style="text-align: right;">S/ 868.00</td></tr> <tr><td>Anticipos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Descuentos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Venta :</td><td style="text-align: right;">S/ 868.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td style="text-align: right;">S/ 156.24</td></tr> <tr><td>ICBPER :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de redondeo :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Importe Total :</td><td style="text-align: right;">S/ 1,024.24</td></tr> </table>			Sub Total Ventas :	S/ 868.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 868.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 156.24	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 1,024.24
Sub Total Ventas :	S/ 868.00																									
Anticipos :	S/ 0.00																									
Descuentos :	S/ 0.00																									
Valor Venta :	S/ 868.00																									
ISC :	S/ 0.00																									
IGV :	S/ 156.24																									
ICBPER :	S/ 0.00																									
Otros Cargos :	S/ 0.00																									
Otros Tributos :	S/ 0.00																									
Monto de redondeo :	S/ 0.00																									
Importe Total :	S/ 1,024.24																									
SON: UN MIL VEINTICUATRO Y 24/100 SOLES																										
Información de la detracción Leyenda: Operación sujeta al Sistema de Pago de Obligaciones Tributarias con el Gobierno Central Bien o Servicio: 022 Otros servicios empresariales Medio de pago: 001 Depósito en cuenta Nro. Cta. Banco de la Nación: 00045129470 Porcentaje de detracción: 12.00 Monto detracción: S/ 122.91																										
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>																										

XILUVA INGENIEROS SAC ASC. SANTA ROSA DE PIEROLA MZA. D LOTE. 6 SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20611250780 E001-8																								
Fecha de Emisión :	20/11/2023	Forma de pago: Contado																								
Señor(es) :	BARREDA AREVALO EDUARD HERNAN																									
RUC :	10102443972																									
Dirección del Cliente :	CAL. 13 - ASC. 13 DE FEBRERO MZA. F LOTE. 13 BLOCK 13 PISO 1 LIMA-LIMA-ATE																									
Tipo de Moneda :	SOLES																									
Observación :	BCP CTA CTE. 191-1006999-0-05 CCI: 00219100100699900558																									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																						
1.00	UNIDAD	ENSAYO DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO	868.00	0.00																						
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Sub Total Ventas :</td><td style="text-align: right;">S/ 868.00</td></tr> <tr><td>Anticipos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Descuentos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Venta :</td><td style="text-align: right;">S/ 868.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td style="text-align: right;">S/ 156.24</td></tr> <tr><td>ICBPER :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de redondeo :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Importe Total :</td><td style="text-align: right;">S/ 1,024.24</td></tr> </table>			Sub Total Ventas :	S/ 868.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 868.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 156.24	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 1,024.24
Sub Total Ventas :	S/ 868.00																									
Anticipos :	S/ 0.00																									
Descuentos :	S/ 0.00																									
Valor Venta :	S/ 868.00																									
ISC :	S/ 0.00																									
IGV :	S/ 156.24																									
ICBPER :	S/ 0.00																									
Otros Cargos :	S/ 0.00																									
Otros Tributos :	S/ 0.00																									
Monto de redondeo :	S/ 0.00																									
Importe Total :	S/ 1,024.24																									
SON: UN MIL VEINTICUATRO Y 24/100 SOLES																										
Información de la detracción Leyenda: Operación sujeta al Sistema de Pago de Obligaciones Tributarias con el Gobierno Central Bien o Servicio: 022 Otros servicios empresariales Medio de pago: 001 Depósito en cuenta Nro. Cta. Banco de la Nación: 00045129470 Porcentaje de detracción: 12.00 Monto detracción: S/ 122.91																										
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>																										

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
		Lugar: Lima

PROYECTO	: "Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² adicionando cenizas recicladas y cenizas de betón, Lima 2023"	SOLICITANTE	: Barredo Arévalo, Eduard Hernán
REFERENCIA	: Ensayo de materiales del concreto	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DE PESO UNITARIO AGREGADOS FINO (NTP 400.017:2011)

Densidad de masa suelta del agregado fino.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta		
	Muestra 1.1	Muestra 1.2	Muestra 1.3
Peso molde + material	12.520 kg	12.523 kg	12.521 kg
Peso molde	0.641 kg	0.641 kg	0.641 kg
Peso del material	11.879 kg	11.882 kg	11.880 kg
Volumen del molde	0.0076 m ³	0.0076 m ³	0.0076 m ³
Peso Unitario	1565.13 kg/m ³	1565.53 kg/m ³	1565.26 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1565.31 kg/m ³		

Densidad de masa compactada del agregado fino.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada		
	Muestra 1.4	Muestra 1.5	Muestra 1.6
Peso molde + material	13.901 kg	13.951 kg	14.006 kg
Peso molde	0.643 kg	0.643 kg	0.643 kg
Peso del material	13.348 kg	13.308 kg	13.363 kg
Volumen del molde	0.0076 m ³	0.0076 m ³	0.0076 m ³
Peso Unitario	1758.68 kg/m ³	1753.41 kg/m ³	1760.92 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1757.67 kg/m ³		

Observaciones:

- El peso unitario suelta del agregado fino es de 1565.31 kg/m³
- El peso unitario compactado del agregado fino es de 1757.67 kg/m³

REFERENCIA:

ASTM D 423-02	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
ASTM C 26	Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
ASTM C19 - 99	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
ASTM C128-15	Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
ASTM D-422	Method to determine the percentage of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 75 microm (No. 200).




 Edgardo Méndez
 Ingeniero Civil
 CIP N° 28899

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO	Ref.: 23-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO	: "Análisis físico y mecánico del concreto f _c =210 Kg/cm ² adicionando cascara reciclada y cenizas de betaina, Lima 2023"	SOLICITANTE	: Benada Arévalo, Edward Hernan
REFERENCIA	: Ensayo de materiales del concreto	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DE PESO UNITARIO AGREGADOS GRUESO (NTP 400.017:2011)

Densidad de masa suelta del agregado grueso.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta		
	Muestra 2.1	Muestra 2.2	Muestra 2.3
Peso molde + material	11.634 kg	11.286 kg	11.598 kg
Peso molde	0.647 kg	0.647 kg	0.647 kg
Peso del material	10.987 kg	10.639 kg	10.951 kg
Volumen del molde	0.0076 m ³	0.0076 m ³	0.0076 m ³
Peso Unitario	1447.61 kg/m ³	1401.76 kg/m ³	1442.86 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1430.74 kg/m ³		

Densidad de masa compactada del agregado grueso.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada		
	Muestra 2.4	Muestra 2.5	Muestra 2.6
Peso molde + material	12.690 kg	12.746 kg	12.621 kg
Peso molde	0.647 kg	0.647 kg	0.647 kg
Peso del material	12.043 kg	12.099 kg	11.974 kg
Volumen del molde	0.0076 m ³	0.0076 m ³	0.0076 m ³
Peso Unitario	1586.74 kg/m ³	1594.12 kg/m ³	1577.65 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1586.17 kg/m ³		

Observaciones:

- El peso unitario suelta del agregado grueso es de 1430.74 kg/m³
- El peso unitario compactado del agregado grueso es de 1586.17 kg/m³

REFERENCIA:

ASTM D 422-85/E2	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
ASTM C 29	Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
ASTM C79 - 20	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
ASTM C128-15	Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
ASTM D-422	Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 75 micrometers (No. 200).




 MIGUEL ANGEL BELLON LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 28850

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@iluvaingenieros.com

🌐 www.iluvaingenieros.com

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO	
	Ref: 23-100326	
	Año: 2023	
Lugar: Lima		

PROYECTO	: "Análisis físico y mecánico del concreto f _c =210 Kg/cm ² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolina, Lima 2023"	SOLICITANTE	: Barredo Arvelo, Eduard Hernan
REFERENCIA	: Ensayo de materiales del concreto	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO Y GRUESO (NTP 400.022 - NTP 400.021)

AGREGADO FINO

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Peso de la hoia	172.8 g	173.6 g	174.0 g	
Peso de arena superficialmente seca	500 g	500 g	500 g	
Peso de la arena superficialmente seca + peso de la hoia + peso del agua	996.4 g	997.6 g	997.7 g	
peso del agua (W)	323.6 g	324.0 g	323.7 g	
peso de la arena seca (A)	489.6 g	490.3 g	489.6 g	
volumen de la hoia (V)	500 ml	500 ml	500 ml	
Peso Especifico masa	2.78 g/cm ³	2.79 g/cm ³	2.78 g/cm ³	2.78 g/cm ³
Absorción	2.12 %	1.98 %	2.12 %	2.07 %

AGREGADO GRUESO

Peso de muestra S.S.S.	2230.92 g	2232.25 g	2230.71 g	
Peso de la muestra + peso del recipiente + peso del agua	1376.95 g	1373.51 g	1379.85 g	
Peso de la muestra seca (A)	2230.20 g	2218.07 g	2219.55 g	
Peso Especifico masa	2.61 g/cm ³	2.58 g/cm ³	2.61 g/cm ³	2.60 g/cm ³
Absorción	0.48%	0.64%	0.50%	0.54%

Observaciones:

- El peso específico del agregado fino es de 2.78 g/cm³ y presenta una absorción de 2.07 %
- El peso específico del agregado grueso es de 2.60 g/cm³ y presenta una absorción de 0.54 %

REFERENCIA:

ASTM D 421-93-02	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
ASTM C 29	Standard test method for determining mass density (unit weight) and void ratio in aggregates.
ASTM C70 - 20	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
ASTM C128-15	Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregates
ASTM D-422	Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 75 mm mesh (No. 200).




KESTON E. SAGORIEL
 Ingeniero Civil
 CIP N° 260469

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@illuvaingenieros.com

🌐 www.illuvaingenieros.com

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
Lugar: Lima		

PROYECTO	: Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² adicionando cenizas voladas y cenizas de bolina, Lima 2023	SOLICITANTE	: Bonedo Arévalo, Eduard Hernan
REFERENCIA	: Ensayo de materiales del concreto	FECHA DE INICIO	: Lima, 05 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS (NTP 339.185)

Contenido de humedad del agregado fino				
DESCRIPCIÓN		PROCESO		
		1	2	3
Ensayo N°		1	2	3
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	781.00	784.00	759.00
Peso del suelo seco + Tara	(g)	748.00	751.00	748.00
Peso de Tara	(g)	47.00	47.00	47.00
Peso de agua	(g)	13.00	13.00	13.00
Peso del suelo seco	(g)	701.00	704.00	699.00
Contenido de Humedad	(%)	1.85	1.85	1.86
Contenido de Humedad Promedio	(%)	1.85		

Contenido de humedad del agregado grueso				
DESCRIPCIÓN		PROCESO		
		1	2	3
Ensayo N°		1	2	3
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	609.00	609.00	604.00
Peso del suelo seco + Tara	(g)	600.00	600.00	601.00
Peso de Tara	(g)	48.00	48.00	48.00
Peso de agua	(g)	9.00	9.00	3.00
Peso del suelo seco	(g)	552.00	552.00	553.00
Contenido de Humedad	(%)	1.63	1.63	0.54
Contenido de Humedad Promedio	(%)	1.27		

Observaciones:

- El contenido de humedad del agregado fino es de 1.85 %
- El contenido de humedad del agregado grueso es de 1.27 %



REFERENCIA:

ASTM D 420-83-02	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
ASTM C 29	Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
ASTM C71 - 28	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
ASTM C136-15	Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate
ASTM D 422	Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 75 mm mesh (No. 200).


 ROSALVA URZÚEL
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 285849

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 759 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE MATERIALES	Ref.: Z3-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO	: Análisis físico y mecánico del concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando caucho reciclado y cenizas de betuna, Lima 2023	SOLICITANTE	: Benedito Arévalo, Eudor Hontan
REFERENCIA	: Ensayo de caucho reciclado	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE CAUCHO RECICLADO (NTP 400.022 - NTP 400.021)

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de Recipiente	549 g	549 g	550 g
Peso de caucho reciclado superficialmente seco	507 g	507 g	507 g
Peso de caucho reciclado seco + peso de fola + peso agua	1139 g	1073 g	1088 g
Peso del agua (W)	83 g	17 g	31 g
Peso de caucho reciclado seco (A)	500 g	500 g	500 g
Volumen de la fola (V)	380 ml	380 ml	380 ml

Peso Especifico de caucho reciclado	1.68 g/cm ³	1.38 g/cm ³	1.43 g/cm ³	
				1.50 g/cm ³
Absorción del caucho reciclado	1.40 %	1.40 %	1.40 %	
				1.40 %

PESO DEL RECIPIENTE (gr)	90	49	51
PESO DEL RECIPIENTE + PESO CAUCHO RECICLADO (gr)	262	262	259
PESO CAUCHO RECICLADO (gr)	212	213	208
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm ³)	402.12	402.12	402.12
DENSIDAD DE CAUCHO RECICLADO (gr/cm ³)	0.53	0.52	0.53
			0.53

Observaciones:

- El peso específico del caucho reciclado es de 1.50 g/cm³ y presenta una absorción de 1.40 %
- La densidad del caucho reciclado es de 0.53 g/cm³.

REFERENCIA:

ASTM D 422-85/02	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
ASTM C 29	Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
ASTM C78 - 20	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
ASTM C138-15	Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
ASTM D-422	Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the sieves used in the test up to the 75 micrometers (No. 200).




 BENEDITO ARÉVALO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 28999

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 768 2004

✉ informes@xilvaingenieros.com

🌐 www.xilvaingenieros.com

	Formato	Versión: 01
	CERTIFICADO DE PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y DENSIDAD	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
Lugar: Lima		

PROYECTO	: Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023	SOLICITANTE	: Barreda Arévalo, Eduard Hernan
REFERENCIA	: Ensayo de cenizas de bolaina	FECHA DE INICIO	: Lima, 08 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE CENIZAS DE BOLAINA (ASTM C128)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

Peso Ceniza S.S.S. + Recipiente + Peso agua (g)	665	666	667
Peso Ceniza S.S.S. + Recipiente (g)	234	234	236
Peso agua (g/cm ³)	431	432	429
Peso Ceniza SECA + Recipiente (g/cm ³)	244	244	243
Recipiente (g/cm ³)	136.4	136.3	136.7
Peso Ceniza SECA (g/cm ³)	107.6	107.7	106.3
Volumen Recipiente (cm ³)	498.9	498.9	498.9

Peso Especifico masa (g/cm ³)	1.56	1.61	1.52	1.57
Peso Especifico masa SSS (g/cm ³)	1.47	1.49	1.43	1.47
Peso especifico APARENTE (g/cm ³)	1.43	1.44	1.40	1.42
ABSORCIÓN (%)	3.64	3.63	3.69	3.65

DENSIDAD

PESO DEL RECIPIENTE (gr)	41	42	41	
PESO DEL RECIPIENTE + PESO CENIZA (gr)	282	286	277	
PESO CENIZA DE BOLAINA (gr)	241	244	236	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm ³)	402.12	402.12	402.12	
DENSIDAD DE CENIZAS DE BOLAINA (g/cm ³)	0.60	0.61	0.59	0.60

Observaciones:

- El peso específico de cenizas de bolaina es de 1.57 g/cm³ y presenta una absorción de 3.65 %.
- La densidad de cenizas de bolaina es de 0.60 g/cm³.


MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 26589

REFERENCIA:

ASTM C 128-07
ASTM C90 - 20
ASTM C128-15

Método de prueba estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino.
Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.



El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Ref.: 23-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO : "Análisis físico y mecánico del concreto f_c=210 Kg/cm² adición de caucho reciclado y cenizas de bolina, Lima 2023"
SOLICITANTE : Bermeda Arévalo, Eduard Hernan
REFERENCIA : Ensayo de propiedades físicas del concreto
FECHA DE INICIO : Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN : Lima
FECHA DE EMISIÓN : Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DE CONSISTENCIA DE CONCRETO 210 KG/CM²
SLUMP DE MEZCLAS DE CONCRETO EMPLEANDO EL CONO ABRAMS
(NTP 339.035 - 2009)

Muestra	Adición		Asentamiento (mm)			Promedio
	Caucho Reciclado (CR)	Ceniza de Bolina (CB)	Diseño (pulg)	Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)	
ASENT-PATRON 1.1	0%	0%	3" - 4"	3.37	8.56	8.50
ASENT-PATRON 1.2				3.41	8.66	
ASENT-PATRON 1.3				3.37	8.56	
ASENT-CR.CB 2.1	2.5%	2.5%	3" - 4"	3.33	8.48	8.35
ASENT-CR.CB 2.2				3.25	8.26	
ASENT-CR.CB 2.3				3.28	8.33	
ASENT-CR.CB 3.1	5.0%	5.0%	3" - 4"	3.22	8.18	8.17
ASENT-CR.CB 3.2				3.22	8.16	
ASENT-CR.CB 3.3				3.21	8.15	
ASENT-CR.CB 4.1	7.5%	7.5%	3" - 4"	3.08	7.82	7.75
ASENT-CR.CB 4.2				3.03	7.70	
ASENT-CR.CB 4.3				3.04	7.72	

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0cm) a 2" (5cm)
Plástica	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
Fluida	≥5" (12.5cm)

Observaciones:

- Los SLUMP se encuentran del rango de 3" a 4" para una mezcla de consistencia plástica.
- Muestras de la mezcla fueron tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cartero Análisis Ribas SAC, Ventanilla, Coahu.
- Cemento Portland Tipo I
- El Cono de Abrams cumple con las medidas especificadas en la norma.
- El caucho reciclado (CR) y la ceniza de bolina (CB) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

NTP 339.035-1908 Control, Prácticas normalizadas para muestras de mezclas de hormigón fresco
 NTP 400.037 Caracterización del agregado grueso y fino.
 ASTM C 875-2002 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
 NTP 334.040-2001 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.
 NTP 333.030-1981 Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidrógeno




 KENNETH MIGUEL
 SALAZAR LOPEZ
 Ingeiero CIVIL
 CIP N° 28669

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Ref.: 23-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO : Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolina, Lima 2023
SOLICITANTE : Barada Anivelo, Edward Hernan
REFERENCIA : Ensayo de propiedades físicas del concreto
FECHA DE INICIO : Lima, 08 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN : Lima
FECHA DE EMISIÓN : Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DE CONCRETO 210 KG/CM²
EMPLEANDO EL MÉTODO DE PRESIÓN
(NTP 339.080 – 2017)

Instrumento - Olla de Washington
Capacidad: 7l
Rango de contenido de aire: 0 - 10%
Precisión: ± 0.1% (1 - 6% de aire); ± 0.2% (6 - 10% de aire)
Dimensiones: 330 x 500 mm
Peso: 10 kg

Muestra	Adición		Contenido de aire	
	Caucho Reciclado (CR)	Ceniza de Bolina (CB)	%	Promedio
CON.AIRE-PATRON 1.1	0%	0%	0.98	0.99
CON.AIRE-PATRON 1.2			0.98	
CON.AIRE-PATRON 1.3			1.02	
CON.AIRE-CR,CB 2.1	2.5%	2.5%	1.16	1.13
CON.AIRE-CR,CB 2.2			1.12	
CON.AIRE-CR,CB 2.3			1.12	
CON.AIRE-CR,CB 3.1	5.0%	5.0%	1.30	1.28
CON.AIRE-CR,CB 3.2			1.26	
CON.AIRE-CR,CB 3.3			1.27	
CON.AIRE-CR,CB 4.1	7.5%	7.5%	1.42	1.42
CON.AIRE-CR,CB 4.2			1.42	
CON.AIRE-CR,CB 4.3			1.43	

Observaciones:

- Muestras de la mezcla fueron tomadas para el solicitante.
- Olla de Washington cumple con las medidas especificadas en la norma.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Anidi Rivas SAC, Ventanilla, Callao.
- Cemento Portland Tipo I
- El caucho reciclado (CR) y la ceniza de bolina (CB) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

- NTP 339.080-1999 : Concrete. Práctica normalizada para muestras de mezclas de hormigón fresco
- NTP 400.027 : Orisimetría de agregado grueso y fino.
- ASTM C 873-2003 : Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
- NTP 334.026-2001 : Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.
- NTP 339.080-1991 : Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidrógeno




 KENNETH VÁSQUEZ
 BALLON & GÓMEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 252890

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Ref.: 23-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO	: "Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² adicionando cenizas recicladas y cenizas de bolaina, Lima 2023"	SOLICITANTE	: Barreda Arévalo, Edward Hernán
REFERENCIA	: Ensayo de propiedades físicas del concreto	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

ENSAYO DE DENSIDAD DE CONCRETO 210 KG/CM²
PESO UNITARIO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO
(Normas NTP 339.046 - 2009)

Altura recipiente: 0.212 m
Diámetro recipiente: 0.211 m

Muestra	Adición		Volumen del recipiente (m ³)	Recipiente + mezcla de concreto (kg)	Densidad		
	Caucho Reciclado (CR)	Ceniza de Bolaina (CB)			Massa del recipiente de medida (kg)	Densidad (kg/m ³)	Densidad Promedio (kg/m ³)
DENS-PATRON 1.1	0%	0%	0.0074	18.239	0.497	2401.48	2383.79
DENS-PATRON 1.2				18.213		2389.67	
DENS-PATRON 1.3				18.214		2390.01	
DENS-CR,CB 2.1	2.5%	2.5%	0.0074	18.166	0.497	2383.53	2382.32
DENS-CR,CB 2.2				18.166		2383.53	
DENS-CR,CB 2.3				18.130		2379.89	
DENS-CR,CB 3.1	5.0%	5.0%	0.0074	18.065	0.497	2368.96	2368.20
DENS-CR,CB 3.2				18.068		2370.31	
DENS-CR,CB 3.3				18.034		2365.73	
DENS-CR,CB 4.1	7.5%	7.5%	0.0074	17.978	0.497	2358.17	2357.27
DENS-CR,CB 4.2				17.968		2355.47	
DENS-CR,CB 4.3				17.970		2358.17	

Observaciones:

- Se calculó el Peso unitario del concreto fresco con la fórmula $\text{Peso unitario} = \text{Masa} / \text{Volumen}$.
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- Balanza sensible al 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidas en la Cantera Arida Ribera SAC, Ventenilla, Colcha.
- Cemento Portland Tipo I
- El caucho reciclado (CR) y la ceniza de bolaina (CB) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

NTP 339.036 1998	Concreto. Método normalizado para revestir de moldes de terrígeno fresco
NTP 480.027	Características del agregado grueso y fino.
ASTM C 676 2003	Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
NTP 334.305-2001	Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.
NTP 338.080-1981	Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo indirecto




GUILLERMO EL GALLON LOPEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 268469

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
Lugar: Lima		

PROYECTO : "Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm² adicionado casaca reciclada y cenizas de bolina, Lima 2023"
SOLICITANTE : Eduard Hernan Barreda Antelo
REFERENCIA : Ensayo de resistencia a la compresión
FECHA DE INICIO : Lima, 05 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN : Lima
FECHA DE EMISIÓN : Lima, 07 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE
 CONCRETO PATRÓN F'c = 210 KG/CM²
 (NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F _c (kg/cm ²)	F _c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
COMPRESIÓN 1.1	6/10/2023	13/10/2023	6	15.05	177.89	22636	7	127.24	127.74
COMPRESIÓN 1.2	6/10/2023	13/10/2023	6	15.02	177.19	22605	7	127.58	
COMPRESIÓN 1.3	6/10/2023	13/10/2023	6	14.96	175.77	22567	7	128.39	
COMPRESIÓN 1.4	6/10/2023	20/10/2023	1	15.01	176.95	32640	14	184.40	183.71
COMPRESIÓN 1.5	6/10/2023	20/10/2023	1	15.06	178.13	32688	14	183.51	
COMPRESIÓN 1.6	6/10/2023	20/10/2023	1	15.05	177.89	32584	14	183.16	
COMPRESIÓN 1.7	6/10/2023	31/10/2023	5	15.01	176.95	36382	28	216.91	216.82
COMPRESIÓN 1.8	6/10/2023	31/10/2023	5	15.00	176.71	36442	28	217.54	
COMPRESIÓN 1.9	6/10/2023	31/10/2023	5	15.05	177.89	38430	28	216.03	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm², estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LVA TEST LT-00210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

Materiales:

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantero Árido Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantero Árido Ribas SAC)
- Agua ac

Observaciones:

- Muestras de agregados tomados para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantero Árido Ribas SAC.
- Los agregados cilíndricos fueron almacenados a temperatura entre 21 °C - 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Ilva Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:



ASTM C 907-2006
 NTP 339.215-2007
 NTP 339.034-2008

Práctica for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Qualification
 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades tempranas
 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en masa


EDGARDO LÓPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 265499

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Formato	Versión: 01
		Ref.: 23-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO	: "Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023"	SOLICITANTE	: Eduard Hontan Barreto Arévalo
REFERENCIA	: Ensayo de resistencia a la compresión	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 07 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM²
CON LA ADICIÓN DE 2.5 % DE CAUCHO RECICLADO Y 2.5 % DE CENIZAS DE BOLAINA
(NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
COMP. CR.CB 2.1	6/10/2023	13/10/2023	3	14.98	176.24	23326	7	132.35	131.65
COMP. CR.CB 2.2	6/10/2023	13/10/2023	3	15.06	178.13	23019	7	130.91	
COMP. CR.CB 2.3	6/10/2023	13/10/2023	3	15.02	177.19	23333	7	131.89	
COMP. CR.CB 2.4	6/10/2023	20/10/2023	1	15.06	178.13	34451	14	193.40	194.40
COMP. CR.CB 2.5	6/10/2023	20/10/2023	1	14.98	176.24	34209	14	194.33	
COMP. CR.CB 2.6	6/10/2023	20/10/2023	1	14.97	176.01	34407	14	195.49	
COMP. CR.CB 2.7	6/10/2023	3/11/2023	1	15.04	177.66	39508	28	222.38	223.39
COMP. CR.CB 2.8	6/10/2023	3/11/2023	1	14.99	176.48	39483	28	223.73	
COMP. CR.CB 2.9	6/10/2023	3/11/2023	1	14.97	176.01	39435	28	224.06	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm² adicionando 2.5 % de caucho reciclado y 2.5 % de cenizas de bolaina, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa ILLVA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

- Materiales:**
- Cemento (Cemento Sol)
 - Agregado fino (Cantera Árids Ribas SAC)
 - Agregado grueso (Cantera Árids Ribas SAC)
 - Agua (sic)

- Observaciones:**
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
 - La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Árids Ribas SAC, Ventanilla.
 - Las exposiciones silíndricas fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C - 26 °C.
 - Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Illva Ingeniería S.A.C.
 - El caucho reciclado y la cenizas de bolaina fue administrada por el solicitante.

REFERENCIA:
ASTM C 1017-2006
NTP 339.215-2007
NTP 339.034-2008

Proctor for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
Método de ensayo para la medición de resistencia a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades tempranas.
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.



[Signature]
INGENIERO CIVIL
IBIL LOH LOPEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 258080

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
Lugar: Lima		

PROYECTO	: Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023	SOLICITANTE	: Eduard Hernan Barzola Anévalo
REFERENCIA	: Ensayo de resistencia a la compresión	FECHA DE INICIO	: Lima, 05 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 07 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM²
CON LA ADICIÓN DE 5 % DE CAUCHO RECICLADO Y 5 % DE CENIZAS DE BOLAINA
(NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F _c (kg/cm ²)	F _c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
COMP. CR.CB 3.1	6/10/2023	13/10/2023	2	14.97	176.01	23675	7	133.94	133.46
COMP. CR.CB 3.2	6/10/2023	13/10/2023	2	15.00	176.71	23682	7	133.50	
COMP. CR.CB 3.3	6/10/2023	13/10/2023	2	15.02	177.19	23565	7	132.94	199.63
COMP. CR.CB 3.4	6/10/2023	20/10/2023	3	14.96	175.77	35251	14	200.05	
COMP. CR.CB 3.5	6/10/2023	20/10/2023	3	15.04	177.86	35236	14	198.26	
COMP. CR.CB 3.6	6/10/2023	20/10/2023	3	15.01	176.85	35387	14	199.98	204.16
COMP. CR.CB 3.7	6/10/2023	3/11/2023	3	15.01	176.95	41424	28	234.10	
COMP. CR.CB 3.8	6/10/2023	3/11/2023	3	14.99	176.46	41437	28	234.80	
COMP. CR.CB 3.9	6/10/2023	3/11/2023	3	15.02	177.19	41390	28	233.60	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm² adicionando 5 % de caucho reciclado y 5 % de cenizas de bolaina, estas probetas fueron sometidas en grupo de 3 ensayos a compresión por una prensa LYFA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

Materiales:

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arid Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arid Ribas SAC)
- Agua (ac)

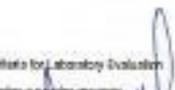
Observaciones:

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancado fueron producidos en la Cantera Arid Ribas SAC, Vicosuela.
- Los espaldones cilíndricos fueron almacenados a temperatura entre 21 °C – 25 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Illva Ingenieros S.A.C.
- El caucho reciclado y la cenizas de bolaina fue suministrado por el solicitante.

REFERENCIA:



ASTM C 1577-2006 Prácticas for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
 NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a estados tempranos y proyectadas a edades mayores
 NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras


FABIAN MIGUEL
INGENIERO CIVIL
OP. N° 258890

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
Lugar: Lima		

PROYECTO	: Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023	SOLICITANTE	: Edward Hernan Barredo Arvelo
REFERENCIA	: Ensayo de resistencia a la compresión	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 07 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM²
CON LA ADICIÓN DE 7.5 % DE CAUCHO RECICLADO Y 7.5 % DE CENIZAS DE BOLAINA
(NTP 339.034-2008)**

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
COMP. CR.CB 4.1	6/10/2023	13/10/2023	3	15.05	177.89	23679	7	133.11	134.14
COMP. CR.CB 4.2	6/10/2023	13/10/2023	3	14.97	176.01	23690	7	134.54	
COMP. CR.CB 4.3	6/10/2023	13/10/2023	3	14.95	175.54	23698	7	134.77	
COMP. CR.CB 4.4	6/10/2023	20/10/2023	6	15.04	177.66	36099	14	203.19	203.96
COMP. CR.CB 4.5	6/10/2023	20/10/2023	6	14.97	176.01	35975	14	204.39	
COMP. CR.CB 4.6	6/10/2023	20/10/2023	6	15.01	176.95	35938	14	203.10	
COMP. CR.CB 4.7	6/10/2023	3/11/2023	6	15.01	176.95	41432	28	234.14	234.63
COMP. CR.CB 4.8	6/10/2023	3/11/2023	6	15.01	176.95	41444	28	234.21	
COMP. CR.CB 4.9	6/10/2023	3/11/2023	6	14.97	176.01	41457	28	235.54	

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm² adicionando 7.5 % de caucho reciclado y 7.5 % de cenizas de bolaina, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LUYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

Materiales:

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Ceniza Arica Ribas SAC)
- Agregado grueso (Ceniza Arica Ribas SAC)
- Agua ac

Observaciones:

- Muestras de agregados tomados para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Ceniza Arica Ribas SAC, Ventanilla.
- Los capulmones cilíndricos fueron almacenados a temperatura entre 21 °C - 23 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Illuva Ingenieros S.A.C.
- El caucho reciclado y la ceniza de bolaina fue administrada por el solicitante.

REFERENCIA:



ASTM C 1017-2008
NTP 339.215-2007
NTP 339.034-2008

Practica for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras


SHALLOW LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 265389

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

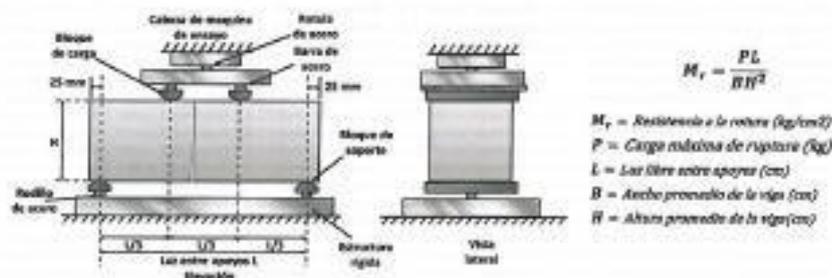
✉ informes@illuvaingenieros.com

🌐 www.illuvaingenieros.com

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
		Lugar: Lima

PROYECTO	: "Análisis físico y mecánico del concreto f'c=210 Kg/cm ² reforzado con acero reciclado y cerizas de bolaina, Lima 2023"	SOLICITANTE	: Eduard Hernan Sarmola Arivalo
REFERENCIA	: Ensayo de resistencia a la flexión	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 07 de noviembre del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO F' C = 210 KG/CM² (NTP 339.078-2012)



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad (Días)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEXIÓN 1.1	6/10/2023	3/11/2023	14.97	14.98	44.91	4408	28	58.93	59.20
FLEXIÓN 1.2	6/10/2023	3/11/2023	15.01	15.00	44.91	4493	28	59.75	
FLEXIÓN 1.3	6/10/2023	3/11/2023	15.03	15.05	44.88	4470	28	58.93	

Observaciones:

El ensayo cubre una muestra de 3 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm², estas vigas fueron sometidas a ensayos de flexión por una prensa REXON PFM15035 a 7, 14 y 28 días. La foto que se presentará en todos los ensayos corresponden dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el método de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de fotografías tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Central Arido Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 21 °C - 25 °C.
- Los prismos fueron elaborados en el laboratorio de Iluva Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

ASTM C19 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beams with Third Point Loading)

NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión de concreto en vigas simplemente apoyadas con



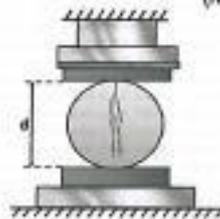

 Ing. Edgardo Sarmola Arivalo
 Ingeniero Civil
 CIP N° 25039

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 23-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO	: Análisis físico y mecánico del concreto f'c 210 Kg/cm ² adicionando cascho reciclado y cenizas de botina, Lima 2023	SOLICITANTE	: Eduard Hernan Binedo Arvalo
REFERENCIA	: Ensayo de resistencia a la tracción	FECHA DE INICIO	: Lima, 05 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 07 de noviembre del 2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE
CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM²
(NTP 339.084:2012)**



$$f_t = \frac{2P}{\pi \cdot l \cdot d}$$

f_t = Resistencia a la tracción (kg/cm²)

P = Carga máxima de ruptura (kg)

l = Longitud de la probeta (cm)

d = Diámetro del cilindro (cm)

Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Largo (cm)	Carga (kg)	Edad (Días)	F _c (kg/cm ²)	F _c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura						
TRAC. 1.1	6/10/2023	3/11/2023	15.07	30.13	20304	28	25.53	26.73
TRAC. 1.2	6/10/2023	3/11/2023	15.07	29.99	20305	28	25.73	
TRAC. 1.3	6/10/2023	3/11/2023	15.00	29.95	20306	28	25.86	

Observaciones:

El ensayo contiene una muestra de 3 probetas de concreto 210 Kg/cm², estas probetas fueron sometidas en grupos de ensayo de resistencia a tracción a acción simple del concreto, por compresión diametral por una prensa LUYA TEST LT-C0210 a 28 días.

- Muestras de agregado tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantara Andes Ribas S.A.C.
- Los espaldarques cónicos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C – 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xilva Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

NTP 408.027

ASTM C496 - 96

NTP 339.084:2012

Granulometría del agregado grueso y fino.

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple

cilíndrica.



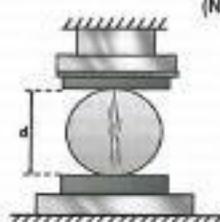
[Handwritten Signature]
 XILVA INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Edmundo Quiroga
 CIP Nº 25690

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	
	Ref.: 23-100326	
	Año: 2023	
		Lugar: Lima

PROYECTO	: "Análisis físico y mecánico del concreto f _c =210 Kg/cm ² adicionando caucho reciclado y cenizas de bolaina, Lima 2023"	SOLICITANTE	: Edoard Hernán Barredo Araya
REFERENCIA	: Ensayo de resistencia a la tracción	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 07 de noviembre del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM² CON LA ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y CENIZA DE BOLAINA (NTP 339.084:2012)



$$f_t = \frac{2P}{\pi \cdot l \cdot d}$$

f_t = Resistencia a la tracción (kg/cm²)

P = Carga máxima de ruptura (kg)

l = Longitud de la probeta (cm)

d = Diámetro del cilindro (cm)

Testigo	Caucho Reciclado (CR)	Cenizas Bolaina (CB)	Fecha		Diámetro (cm)	Largo (cm)	Carga (kg)	Edad (Días)	F _c (kg/cm ²)	F _c Prom. (kg/cm ²)
			Modelo	Ruptura						
TRAC. CR,CB 2.1	2.5 %	2.5 %	6/10/2023	3/11/2023	14.96	29.93	27163	28	38.65	38.53
TRAC. CR,CB 2.2			6/10/2023	3/11/2023	15.00	30.06	27166	28	38.35	
TRAC. CR,CB 2.3			6/10/2023	3/11/2023	14.96	29.98	27160	28	38.58	
TRAC. CR,CB 3.1	5 %	5 %	6/10/2023	3/11/2023	14.97	30.11	28215	28	39.85	39.91
TRAC. CR,CB 3.2			6/10/2023	3/11/2023	15.03	29.93	28281	28	39.99	
TRAC. CR,CB 3.3			6/10/2023	3/11/2023	15.06	29.96	28241	28	39.87	
TRAC. CR,CB 4.1	7.5 %	7.5 %	6/10/2023	3/11/2023	14.96	30.06	30311	28	42.87	42.82
TRAC. CR,CB 4.2			6/10/2023	3/11/2023	15.06	29.97	30249	28	42.67	
TRAC. CR,CB 4.3			6/10/2023	3/11/2023	14.96	30.04	30302	28	42.93	

Observaciones:

El ensayo contó con una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm² adicionando el 5 %, 10 % Y 15 % de caucho reciclado y ceniza de bolaina respectivamente, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de resistencia a tracción a acción simple del concreto, por compresión diametral por una prensa ILLVA TEST LT-C0210 a 28 días.

- Muestras de agregados tomados para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arica Ribas S.A.C.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 21 °C ± 26 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Illuva Ingenieros S.A.C.
- El caucho reciclado y la ceniza de bolaina fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

NTP 460.001
ASTM C496 - 98
NTP 339.084:2012

Caracterización del agregado grueso y fino.

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple de especímenes cilíndricos.



[Handwritten Signature]
Katherine Rodríguez
BIO. DOCT. INGENIERA
Ingeniera Civil
CIP No. 268860

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

	Formato	Versión: 01
	DISEÑO DEL CONCRETO	Ref.: 23-100326
		Año: 2023
		Lugar: Lima

PROYECTO	: Análisis físico y mecánico del concreto f _c =210 Kg/cm ² adicionando cenizas recicladas y cenizas de boiler, Lima 2023	SOLICITANTE	: Edward Heron Barredo Arvalo
REFERENCIA	: Ensayo de propiedades físicas del concreto	FECHA DE INICIO	: Lima, 06 de octubre del 2023
LOCALIZACIÓN	: Lima	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 10 de octubre del 2023

**DISEÑO DE CONCRETO 210 KG/CM²
(COMITÉ 211 - ACI)**

REQUERIMIENTO	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (pulg)	1"
MODULO DE FINESA DEL AGREGADO FINO (cm)	3.10
CANTIDAD DE CEMENTO (Kg)	345.63
RELACIÓN AGUACEMENTO (W/C)	0.96
TAMAÑO MAX. DE AGREGADO (mm)	25.4
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.5
RESISTENCIA REQUERIDA (kg/cm ²)	210

MATERIALES UTILIZADOS		
Agregado Fino:	Arids Ribas SAC	
Agregado Grueso:	Arids Ribas SAC	
Cemento:	Cemento Sol Portland Tipo I	
Agua:		

CONVERSIÓN DE MASA A VOLUMEN		Densidad (kg/dm ³)	Vol. De componentes 1m ³ "C" (dm ³)	Volumen de 1m ³ de concreto (dm ³)
Agua/Cemento (W/C)	0.96			
Cant. Agua Requerida (Kg/m ³)	193.4	1	193.4	1000
Cant. Cemento Requerido (Kg/m ³)	345.63	3.2	108.01	Slump Logrado:
Cant. Aire (% vol.)	1.5	10	0.15	1
Total (dm ³)			301.59	

AGREGADO TOTAL (dm ³)									
601.67									
Fracción	% de fracciones	Volumen en Fracciones (dm ³)	Peso Especifico Relativo (kg/dm ³)	Peso Relativo Agregado Seco (kg)	Peso Relativo de Agregado Corregido por Humedad (kg)	Corrección por Humedad			Peso Agregado Mezcla
						Humedad (%)	Absorción (%)	Cont. Agua (%)	
Ag. Fino	36%	251.43	2.78	698.97	711.90	1.65%	2.07%	-1.61	12.93
Ag. Grueso	64%	446.98	2.60	1162.16	1176.92	1.27%	0.94%	8.40	14.76
Cemento					345.63				
Agua					186.8				
Total					2421.28				

PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
Mazudadora	Volumen:	0.037 m ³	Dispensador	
Diseño del concreto				
Ag. Fino	26.34 kg		Ag. Fino	0.75
Ag. Grueso	43.55 kg		Ag. Grueso	0.72
Cemento	12.79 kg		Cemento	1144.47
Agua	6.91 lts.		Agua	21.42
				GPM
			Factor Cemento:	0.302 pulg.
			Factor Agua:	143.1 mm
			Abertura:	2.46 pulg.
			Abertura:	3.94 pulg.



Granulometría del agregado grueso y fino
 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)
 Cement Standards and Concrete Standards


INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

ANEXO – Registro Fotográfico









ANEXO – Certificados de calibración de equipos



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423734**

<p>1. EXPEDIENTE : N° 0169-2023 1 de 3 Fecha de emisión : 2023-08-19</p> <p>SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C. DIRECCIÓN : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p>									
<p>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA ELECTRÓNICA Marca : OHAUS Modelo : EC30 Número de serie : 8032032900 Mecanismo : ELECTRICA Capacidad máxima : 30000 g Capacidad mínima : 20 g Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C</p>	<p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarada.</p>									
<p>3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN Fecha : 2023-08-19 Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C</p>	<p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p>									
<p>4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó haciendo una Comparación Directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrónes siguiendo el procedimiento: P-G5L-01 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático" (Versión 02) basado en el PG-001 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase II y IV" (Edición 03) del SNM-INDECOPI, este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la recomendación internacional OIML R-76:2006</p>										
<p>5. CONDICIONES AMBIENTALES</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Inicial</td> <td style="text-align: center;">Final</td> </tr> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td style="text-align: center;">19.34</td> <td style="text-align: center;">20.18</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa (%)</td> <td style="text-align: center;">68</td> <td style="text-align: center;">72</td> </tr> </table>		Inicial	Final	Temperatura (°C)	19.34	20.18	Humedad Relativa (%)	68	72	
	Inicial	Final								
Temperatura (°C)	19.34	20.18								
Humedad Relativa (%)	68	72								



FEI-40

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: DAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA
Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestac.com, certificado@calitestac.com / Web: calitestac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423737**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023
Fecha de emisión : 2023-06-23
- SOLICITANTE** : XILUVA INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : NZ. D LOTE. 6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
 SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : PRENSA REXON
Marca : REXON
Modelo : PYM150/35
Número de serie : 2400-400-2850
Mecanismo : HIDRÁULICO
Capacidad : 150TON 10HP
Velocidad de Prensa : 4.9 mm/s
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C.

1 de 2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**
- Fecha** : 2023-06-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**
- La calibración se realizó haciendo una Comparación Directa con una celda de carga e indicador patrón y la Norma del ASTM C496.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura (°C)
 Humedad Relativa (%)

Inicial	Final
19.63	20.51
67	71

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tec. ARMANDO JHON PIZANGO MOZOMBITE
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

ING. GRACIELA ROSA OCHOA
 MESTAS PIZANGO
 CIP/256285
 JEFE DE AREA METROLOGIA

FEI-53

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN INACAL CAL. JANSAS N° BREÑA - LIMA - LIMA
 Tel. 062 8072 Cel. 029370321 / E-mail: servicios@calitesac.com, certificado@calitesac.com / Web: calitesac.com
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



CALITEST
S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1523093

1. **EXPEDIENTE** : N° 0195-2023 1 de 5
Fecha de emisión : 2023-09-22

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C.
DIRECCIÓN : MZ. D LOTE 8 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN** : HORNO
Marca : PALIO
Modelo : HP312
Número de serie : 296367
Alcance máximo : De 0 °C a 300 °C
Circulación de aire : Ventilación natural
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2023-09-22
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI.



5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.34	20.37
Humedad Relativa (%)	66	67

6. **TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 135 - 2020	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT-0195-2023

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tec. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZONBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Mg. QUINCEVALDO ANORE
PIZANGO
CIP/ 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-48

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° 1000A, LIMA - LIMA
Tel: 562 8672 Cel: 025078321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1623004

Expediente : N° 0215-2023
Fecha de Emisión : 2023-10-16 Página 1 de 1

1. SOLICITANTE : KILUVA INGENIEROS SAC
DIRECCIÓN : MZA. D LOTE. 6 ASC. SANTA ROSA DE PIEROLA
LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE AIRE ATRAPADO (OLLA WASHINGTON)
Marca : PALJO
Modelo : PE4002.1
Número de Serie : 1623001
Tipo : B
Estructura : Aluminio
Procedencia : PERU
Identificación : No indica
Ubicación : Instalaciones de CALITEST S.A.C.

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

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-10-14
Lugar : Laboratorio de CALITEST S.A.C.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD

Método: La verificación se realiza de acuerdo a la Norma ASTM C-201.
Trazabilidad: Método de verificación por volumen
-se utilizó una balanza de 15k marca ohaus, calibrado con pesas patrónes PESATEC PERU S.A.C. Pesa 5 kg (Exactitud M20381-MPES-C-2023, Pesa 10 kg (Exactitud M2) 0380-MPES-C-2023, Pesa 20 kg (Exactitud M20382-MPES-C-2023, Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2) 0379-MPES-C-2023

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24.2	24.6
Humedad Relativa (%)	59	79

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

7. RESULTADOS

Punto Inicial	
Tipo A	Tipo B
	0
	-1
Flecha Amarilla	-2
	-3
	-4
	-5

Verificación de la lectura del Menómetro (5%)			
Lectura	%	% Patrón	Diferencia en %
-5	5	5	0
-5	5	5	0

- El equipo es tipo B, su punto de inicio es -5

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP



CALITEST SAC

ING. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423721**

1. EXPEDIENTE : N° 0189-2023 1 de 2
Fecha de emisión : 2023-08-19

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : NZ. D LOTE 6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Tamiá N° 4
Marca : PALID
Modelo : No indica
Número de serie : 22J027
Diámetro : 8 pulgadas
Estructura : Acero Inox.
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-08-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación (anexo) con referencia al método descrito en el PC-012 8da Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18.81	18.78
Humedad Relativa (%)	59	63

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
CIP 258225

FEI-20

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL - CAL. JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel: 502 8972 Cel: 925070321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO